



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**  
**MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**MCREf:**  
**MÉTRICA DE COMPLEXIDADE DE REQUISITOS FUNCIONAIS**

**CARLOS ROBERTO PAVIOTTI**

**ORIENTADOR: PROF.DR.LUIZ EDUARDO GALVÃO MARTINS**

Piracicaba, SP  
2011



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**MCREf:  
MÉTRICA DE COMPLEXIDADE DE REQUISITOS FUNCIONAIS**

**CARLOS ROBERTO PAVIOTTI**

**ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ EDUARDO GALVÃO MARTINS**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Mestrado em Ciência da Computação, da Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciência da Computação.

Piracicaba, SP  
2011

Paviotti, Carlos Roberto

MCR<sub>e</sub>F - Métrica de Complexidade Requisitos Funcionais.  
Piracicaba, 2011

138 p.

Orientador: Prof.Dr. Luiz Eduardo Galvão Martins  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba,  
Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza, Programa de Pós-  
Graduação em Ciência da Computação.

1-Engenharia de Requisitos 2-Complexidade 3-Métrica

**MCREf: MÉTRICA DE COMPLEXIDADE DE REQUISITOS FUNCIONAIS**

**Autor: Carlos Roberto Paviotti**

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Galvão Martins**

Dissertação de Mestrado apresentada em 22 de Fevereiro de 2011, à Banca Examinadora constituída pelos Professores:

---

Profa.Dra. Tereza Gonçalves Kirner  
UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá

---

Prof.Dr. Plínio Roberto Souza Vilela  
UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba

---

Prof.Dr. Luiz Eduardo Galvão Martins  
UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba

*À*

*Minha querida e amada esposa,  
Vanessa Cardoso Paviotti, e aos  
meus adorados filhos, Taís e Carlos  
Fernando.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus pelas bênçãos recebidas e pela condução da minha vida.*

*Agradeço à minha esposa, Vanessa Cardoso Paviotti, e aos meus filhos, Taís e Carlos Fernando, pelo amor, carinho, dedicação e compreensão.*

*Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Eduardo Galvão Martins, pelo incentivo, apoio e orientações durante a realização deste trabalho, apresentando confiança no meu potencial.*

*Agradeço aos professores do programa de Mestrado em Ciência da Computação da UNIMEP, pelo conhecimento compartilhado.*

*Agradecimentos finais ao Sr. Domingos Antonio Quagliato Cancian e Sr. Dirceu de Jesus Quagliato, pela força nessa etapa da minha vida e compreensão das minhas consequentes ausências no labor.*

*“Agir, eis a inteligência verdadeira.  
Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for.  
O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de  
êxito. Condições de palácio têm qualquer terra larga,  
mas onde estará o palácio, se não o fizerem ali?”*

*Fernando Pessoa*

## RESUMO

---

---

A crescente evolução de sistemas de software, em que a complexidade e o tamanho do requisito ou de seu conjunto são fatores relevantes desse progresso, leva a comunidade de Engenharia de Requisitos a se preocupar e a buscar aperfeiçoamento das técnicas e métodos já existentes. Atualmente, existem métricas para estimar tamanho e funcionalidade de sistemas de software, algo que era um desafio para as empresas de software em décadas passadas, como as métricas ponto de função e como pontos de caso de uso, as quais são utilizadas com excelentes resultados, mas, uma métrica de complexidade de requisitos de software ainda não havia sido proposta. Identificando essa lacuna, principalmente, na categoria de sistema de informação, propõe-se, no presente trabalho, uma **Métrica de Complexidade de Requisitos Funcionais (MCReF)**, indicada para avaliar e classificar a complexidade de requisitos funcionais. Para a aplicação dessa métrica, é necessário obter dos diagramas ou de outros artefatos contidos no Documento de Especificação de Requisitos (*Template Volere*, *Template IEEE STD 830-1998* ou outro), suas principais características, possibilitando distinguir os essenciais fatores dos requisitos funcionais: tratamento e identificação das funcionalidades, variáveis de entradas e saídas, dependências ou acoplamentos, decomposições, restrições e quantidade de *stakeholders* envolvidos. Na sequência, procedeu-se a um estudo empírico, mediante um questionário pertinente à complexidade de requisitos identificados junto aos profissionais da área, o qual definiu os pesos para cada fator de complexidade analisado e submeteu-se a métrica MCReF à uma avaliação fundamentada em estudos de caso. Diante de todo o exposto, espera-se que esta dissertação de mestrado contribua para o desenvolvimento de sistemas, empregando-se os conceitos e técnicas da Engenharia de Requisitos através de uma métrica de complexidade de requisitos, ou seja, aferir a complexidade de um requisito, antes mesmo de começar a construí-lo, identificando-a, nas fases iniciais de um ciclo de vida de um projeto de software, além de ser um trabalho que possibilite o avanço de novas pesquisas, na área de Engenharia de Requisitos.

**Palavras-chaves:** Complexidade de Requisitos, Engenharia de Requisitos, Métrica.

---

---



## ABSTRACT

---

---

The increasing sophistication of software systems has led to an increasing in the complexity of the requirements. Currently there are metrics to evaluate the functional size of the software such as metrics of function point and case points which are used with excellent results. However a metric for the complexity for software requirements had not yet been proposed. Identifying this gap, this paper proposes a Metric of Complexity of Functional Requirements (MCFRe) indicated to evaluate and classify the complexity of software requirements. MCFRe was developed from an empirical study based on a questionnaire that collects the opinion of 20 professionals from the requirements area to determine the weights of the factors that influence the complexity of the requirement. The responses were tabulated and the professionals were given a statistical treatment to assess the weights of the complexity factors and their respective ranges of values for classification. The proposed metric was tested on three software projects and the results are presented throughout this work.

**Index Terms**—Requirements Engineering, Complexity of requirements, Metrics.

---

---

## SUMÁRIO

|  |      |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS .....   | XII  |
| LISTA DE TABELAS.....  | XIII |
| LISTA DE QUADROS .....   | XIV  |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....   | XV   |
| <br>   |      |
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 1    |
| 1.1 Contexto .....   | 1    |
| 1.2 Justificativa e Objetivo .....   | 4    |
| 1.3 Metodologia de Desenvolvimento .....   | 4    |
| 1.4 Organização .....  | 5    |
| <br>   |      |
| 2 ENGENHARIA DE REQUISITOS.....  | 7    |
| 2.1 Definição e sua Importância .....  | 7    |
| 2.2 Tipos de Requisitos .....  | 10   |
| 2.2.1 Requisitos de Sistema .....  | 10   |
| 2.2.2 Requisitos de Software .....   | 12   |
| 2.2.3 Requisitos Funcionais.....   | 13   |
| 2.2.4 Requisitos Não-Funcionais .....  | 13   |
| 2.3 Aplicação no Contexto do Desenvolvimento de Software.....                      | 14   |
| 2.3.1 Importância.....   | 18   |
| 2.3.2 Dificuldades .....   | 18   |
| 2.4 Processos da Engenharia de Requisitos .....                                    | 19   |
| 2.4.1 Elicitação .....   | 20   |
| 2.4.2 Análise .....  | 23   |
| 2.4.3 Especificação.....   | 26   |
| 2.4.3.1 Composição de uma Especificação de Requisitos .....                        | 28   |
| 2.4.4 Validação .....  | 29   |
| 2.4.5 Gerenciamento .....  | 31   |
| 2.5 Documentação de Requisitos .....   | 33   |
| 2.5.1 <i>Template Volere</i> .....   | 34   |
| 2.5.2 <i>Template IEEE STD 1998-830</i> .....                                      | 35   |
| <br>   |      |
| 3 MÉTRICAS DE SOFTWARE .....   | 37   |
| 3.1 Definição e sua Importância .....  | 37   |
| 3.2 Medição na Engenharia de Software .....  | 38   |
| 3.2.1 Métricas de Funcionalidade .....   | 39   |
| 3.2.2 Complexidade.....  | 40   |
| 3.3 Tipos de Métricas .....  | 42   |
| 3.3.1 Métrica por Ponto de Função.....   | 42   |
| 3.3.2 Métrica por Pontos de Casos de Uso .....                                     | 49   |
| <br>   |      |
| 4 COMPLEXIDADE DE REQUISITOS .....   | 53   |
| 4.1 Abordagens da Engenharia de Software para o Tratamento da<br>Complexidade..... | 53   |
| 4.2 Complexidade na Engenharia de Requisitos .....                                 | 55   |
| <br>   |      |
| 5 MÉTRICA DE COMPLEXIDADE DE REQUISITOS.....                                       | 59   |

|   |     |
|---|-----|
| 5.1 Fatores de Complexidade de Requisitos Funcionais .....            | 60  |
| 5.1.1 Variáveis de Entrada e Saída .....                              | 60  |
| 5.1.1.1 Identificação da Complexidade no Requisito .....              | 61  |
| 5.1.1.2 Artefatos de representação do fator em análise .....          | 61  |
| 5.1.2 Quantidade de Tipos de <i>Stakeholders</i> Envolvidos .....     | 62  |
| 5.1.2.1 Identificação da Complexidade no Requisito .....              | 62  |
| 5.1.2.2 Artefatos de representação do fator em análise .....          | 63  |
| 5.1.3 Quantidade de Interfaces Externas .....                         | 63  |
| 5.1.3.1 Identificação da Complexidade no Requisito .....              | 63  |
| 5.1.3.2 Artefatos de representação do fator em análise .....          | 63  |
| 5.1.4 Identificação / Tratamento das Funcionalidades.....             | 64  |
| 5.1.4.1 Identificação da Complexidade no Requisito .....              | 64  |
| 5.1.4.2 Artefatos possíveis de identificação.....                     | 64  |
| 5.2 Os Pesos dos Fatores de Complexidade e seus Subfatores.....       | 65  |
| 5.3 Complexidade dos Requisitos Funcionais .....                      | 67  |
| <br>  |     |
| 6 DEFINIÇÃO E REALIZAÇÃO DO ESTUDO EMPÍRICO.....                      | 72  |
| 6.1 Estudo Empírico - Obtenção do Peso.....                           | 72  |
| 6.1.1 Objetivo do Estudo Empírico .....                               | 72  |
| 6.1.2 Planejamento do Estudo Empírico.....                            | 73  |
| 6.1.2.1 Contexto .....  | 73  |
| 6.1.2.2 Hipóteses.....  | 73  |
| 6.1.2.3 Variáveis .....   | 74  |
| 6.1.2.4 Instrumentação .....  | 75  |
| 6.1.2.4.1 Correio Eletrônico – Convite .....                          | 75  |
| 6.1.2.4.2 Questionários.....  | 76  |
| 6.1.2.5 Participantes .....   | 77  |
| 6.1.2.6 Validade do Estudo Empírico.....                              | 77  |
| 6.1.2.7 Coleta de Dados .....   | 78  |
| <br>  |     |
| 7 RESULTADOS DO ESTUDO EMPÍRICO.....                                  | 79  |
| 7.1 Análise dos Dados dos Participantes .....                         | 80  |
| 7.2 Análise dos Pesos Atribuídos .....                                | 82  |
| 7.2.1 Variáveis de Entrada e Saída .....                              | 88  |
| 7.2.2 <i>Stakeholders</i> .....                                       | 90  |
| 7.2.3 Interfaces Externas.....  | 93  |
| 7.2.4 Funcionalidades.....  | 95  |
| 7.3 Análise de Confiabilidade .....                                   | 98  |
| 7.3.1 Alfa de <i>Cronbach</i> .....                                   | 98  |
| 7.4 Resultados e Análises das Hipóteses.....                          | 101 |
| <br>  |     |
| 8 AVALIAÇÃO DA MCREF .....  | 104 |
| 8.1 Sistema de Monitoramento e Captação de Frequências Cardíacas..... | 104 |
| 8.2 Sistema de Acompanhamento Técnico e Físico de Atletas .....       | 107 |
| 8.3 SGDoc – Sistema Gerenciador de Documentos.....                    | 110 |
| <br>  |     |
| 9 CONCLUSÃO .....   | 113 |
| <br>  |     |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                       | 116 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS .....   | 14 |
| FIGURA 2 - MODELO ESPIRAL DOS PROCESSOS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS .....   | 16 |
| FIGURA 3 - APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NO CICLO DE VIDA CASCATA .....                                   | 16 |
| FIGURA 4 - APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NO USDP<br>( <i>UNIFIED SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS</i> ) ..... | 17 |
| FIGURA 5 - APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NA PROTOTIPAÇÃO .....  | 17 |
| FIGURA 6 - PROCESSO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS.....  | 20 |
| FIGURA 7 - COMPONENTES DA ELICITAÇÃO DE REQUISITOS.....   | 21 |
| FIGURA 8 - ESPIRAL ENVOLVENDO ELICITAÇÃO, ANÁLISE E NEGOCIAÇÃO DE REQUISITOS..                                    | 24 |
| FIGURA 9 - ATIVIDADES ENVOLVIDAS NA ANÁLISE E NEGOCIAÇÃO DE REQUISITOS.....                                       | 25 |
| FIGURA 10 - ENTRADAS E SAÍDAS DA VALIDAÇÃO DE REQUISITOS.....   | 31 |
| FIGURA 11 - MODELO DA FICHA REQUISITO <i>VOLERE</i> .....   | 35 |
| FIGURA 12 – ORDENS DE MAGNITUDE EM DIFERENTES ARTEFATOS DE UM CASO<br>ESPECÍFICO DE VLSRE .....                   | 57 |
| FIGURA 13 – VISÃO GERAL DO PROCESSO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE COMPLEXIDADE DOS<br>REQUISITOS COM A MCREF.....      | 60 |
| FIGURA 14 – ÍNDICE DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA .....  | 80 |
| FIGURA 15 - PERFIL DOS PROFISSIONAIS NA PESQUISA.....   | 80 |
| FIGURA 16 - FREQUÊNCIA DAS RESPOSTAS .....  | 86 |
| FIGURA 17- RESPOSTAS SOBRE AS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA .....  | 89 |
| FIGURA 18- RESPOSTAS <i>STAKEHOLDERS</i> .....  | 91 |
| FIGURA 19- RESPOSTAS INTERFACES EXTERNAS .....  | 94 |
| FIGURA 20- RESPOSTAS FUNCIONALIDADES .....  | 96 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| TABELA 1 - FATORES RELATADOS COMO CAUSA DE FALHA EM PROJETOS DE SOFTWARE ...  | 9   |
| TABELA 2 - CUSTOS RELATIVOS DE REPARO DO SOFTWARE NAS DIFERENTES ETAPAS DO CICLO DE VIDA.....                               | 9   |
| TABELA 3 - ESTRUTURA DO <i>TEMPLATE VOLERE</i> .....  | 34  |
| TABELA 4 - ESTRUTURA DO <i>TEMPLATE IEEE STD 1998-830</i> .....   | 36  |
| TABELA 5 - NÚMERO E COMPLEXIDADE APLICADA A UM MÓDULO/PROGRAMA .....  | 41  |
| TABELA 6 - COMPLEXIDADE FUNCIONAL RELATIVA.....   | 46  |
| TABELA 7 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SISTEMA .....  | 48  |
| TABELA 8 - PESOS DE ATORES .....  | 49  |
| TABELA 9 - PESOS DE CASOS DE USO POR QUANTIDADE DE TRANSAÇÕES.....  | 50  |
| TABELA 10 - PESOS DE FATORES TÉCNICOS .....   | 51  |
| TABELA 11 - PESOS DE FATORES AMBIENTAIS .....   | 51  |
| TABELA 12 – EXEMPLO DE <i>STAKEHOLDERS</i> QUE GERAM REQUISITOS.....  | 57  |
| TABELA 13 - QUATRO ORDENS DE MAGNITUDE EM ENGENHARIA DE REQUISITOS.....   | 58  |
| TABELA 14 – PESO DOS FATORES DE COMPLEXIDADE DOS REQUISITOS.....  | 65  |
| TABELA 15 - CLASSIFICAÇÃO DOS SUBFATORES DE COMPLEXIDADE .....  | 68  |
| TABELA 16 – CLASSIFICAÇÃO DA COMPLEXIDADE DO REQUISITO .....  | 70  |
| TABELA 17 - PERFIL DOS ENTREVISTADOS NO ESTUDO EMPÍRICO.....  | 81  |
| TABELA 18 - DADOS DESCRITIVOS DO QUESTIONÁRIO .....   | 84  |
| TABELA 19 - DADOS DESCRITIVOS AGRUPADOS POR FATOR DE COMPLEXIDADE.....  | 86  |
| TABELA 20 - DADOS DESCRITIVOS GERAIS .....  | 87  |
| TABELA 21 – RESULTADOS DO ALFA DE <i>CRONBACH</i> DOS FATORES DE COMPLEXIDADE DO REQUISITO .....                            | 99  |
| TABELA 22 – RESULTADOS DO ALFA DE <i>CRONBACH</i> , SE A QUESTÃO RELACIONADA AO FATOR DE COMPLEXIDADE FOR REMOVIDA .....    | 99  |
| TABELA 23 – RESULTADOS DO ALFA DE <i>CRONBACH</i> POR SUBFATORES DE COMPLEXIDADE DO REQUISITO .....                         | 100 |
| TABELA 24 – RESULTADOS DO ALFA DE <i>CRONBACH</i> , SE A QUESTÃO RELACIONADA AO SUBFATOR DE COMPLEXIDADE FOR REMOVIDA ..... | 101 |
| TABELA 25 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA MCREF – SISTEMA DE MONITORAMENTO E CAPTAÇÃO DE FREQUÊNCIAS CARDÍACAS.....            | 105 |
| TABELA 26 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA MCREF – SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E FÍSICO DE ATLETAS.....                   | 108 |
| TABELA 27 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA MCREF – SISTEMA GERENCIADOR DE DOCUMENTOS.....                                       | 111 |

**LISTA DE QUADROS**

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 1 - DADOS ORIGINAIS DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO.....     | 83 |
| QUADRO 2 - QUANTIDADE DE RESPOSTAS POR ALTERNATIVA DA ESCALA..... | 85 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADi - Atores representando outros Dispositivos

AHu - Atores Humanos

AIE - Arquivos de Interface Externa

ALI - Arquivos Lógicos Internos

ANH - Arquivos Níveis Hierárquicos

ASi - Atores representando outros Sistemas

CCR - Classificação da Complexidade do Requisito

CE - Consulta Externa

CGS - Características Gerais do Sistema

CPCUA - Pontos de Caso de Uso Ajustados

CPNA - Cálculo do Peso total Não-Ajustado

CR - Complexidade do Requisito

CRI - Complexidade Requisito Inadequado

CSfR - Complexidade do Subfator do Requisito

CSP – *Communicating Sequential Processes* – Métodos Formais para Concorrência

CUC - Caso de Uso Complexo

CUM – Caso de Uso Médio

CUS – Caso de Uso Simples

DER – Diagrama Entidade Relacionamento

EFactor - Somatório dos níveis de influência

EE – Entrada Externa

FA - Fator de Ambiente

FAV - Fator de Ajuste do Valor

FC - Fatores de Complexidade

FCT - Fator de Complexidade Técnica

Fun - Funcionalidades

GTI - Grau Total de Influência

IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers* – Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos

IFPUG - *International Function Point Users Groups* – Grupo Internacional de Usuários de Pontos de Função

KLOC – Mil linhas de código

LOC – *Lines of Code* - Linhas de Código

LSRE - *Large-Scale Requirements Engineering* – Engenharia de Requisitos em Grande Escala

MCREf – Métrica de Complexidade de Requisitos Funcionais

MSRE - *Medium-Scale Requirements Engineering* – Engenharia de Requisitos em Média Escala

NC - Número e Complexidade

NHF - Níveis Hierárquicos das Funcionalidades

PANA - Peso total dos Atores Não-Ajustados

PCUNA - Peso total dos Casos de Uso Não-Ajustados

PF – Pontos de Função

PFA - Pontos de Função Ajustados

PFNA - Pontos de Função Não-Ajustados

PFNAFC - Pontos de Função Não-Ajustados das Funções de Conversão

RVE - Restrições para Variáveis de Entrada

RVS - Restrições para Variáveis de Saída

SE - Saída Externa

SfC - Subfator de Complexidade

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences* – Pacote Estatístico para Ciências Sociais

SSRE – *Small-Scale Requirements Engineering* – Engenharia de Requisitos em Pequena Escala

TAR - Tipos de Arquivo Referenciado



TED - Tipos de Elementos de Dado

TER - Tipos de Elementos de Registro

TFactor - Somatório dos níveis de influência

UdI - Universo de Informações

VDM – *Vienna Development Method* – Métodos Baseados em Modelos

VEn - Variáveis de Entrada

VSa - Variáveis de Saída

VLSRE - *Very Large-Scale Requirements Engineering* – Engenharia de Requisitos em Escala Muito Grande

# 1 INTRODUÇÃO

Para um melhor entendimento do trabalho em tela, nesta seção, serão apresentados seu contexto, a justificativa de sua realização e a forma como foi organizado.

## 1.1 Contexto

Como parte integrante das fases da Engenharia de Software, a Engenharia de Requisitos consiste no conjunto de técnicas empregadas nos processos envolvidos no desenvolvimento dos requisitos do sistema, ou seja, levantamento, detalhamento, documentação e validação dos requisitos.

O resultado do conjunto de requisitos é um Documento de Especificação de Requisitos de Software, em que o grau de entendimento e a precisão da descrição fornecida tendem a ser proporcionais ao grau de qualidade do produto gerado.

A complexidade de requisitos empregada na Engenharia de Software é aplicada em toda a fase inicial do seu processo de construção, especificamente, em sua subárea, Engenharia de Requisitos, sendo que esta possibilita definir e classificar aquilo que deve ser realizado, antes mesmo, de começar a construir um sistema, ou seja, logo nas fases iniciais de um ciclo de vida de um projeto (Definição de Requisitos no Modelo Cascata ou *Waterfall*, Concepção ou Levantamento de Requisitos no Modelo Espiral, Coleta de Requisitos na Prototipação, Requisitos no USDP etc.).

Dentre as maneiras de se alcançar a complexidade de requisitos de um determinado sistema, independentemente do ciclo de vida de um projeto a ser utilizado, os Casos de Uso permitem evidenciar a complexidade do projeto, formalizar seu escopo a ser contratado, facilitar a comunicação entre a equipe e o cliente.

A apresentação dos requisitos, em um Diagrama de Casos de Uso, é uma forma de representação simplificada e menos complexa do que a descrição

de requisitos, possibilitando estimar o tamanho do projeto e visualizar a complexidade do sistema.

Um dos fatores importantes para a geração de um produto de software com qualidade, a Métrica de Software corresponde às medidas quantitativas e de complexidade das funcionalidades, as quais permitem, aos desenvolvedores, uma noção da eficácia aplicada a um sistema de software, processo ou documentação relacionada, sendo importante ferramenta gerencial que contribui para elaboração de estimativas de prazo, custo mais preciso e estabelecimento de metas plausíveis, facilitando, assim, o processo de tomada de decisões e a posterior obtenção de medidas.

Dentre as métricas existentes, voltadas a funcionalidades e não aos requisitos de um sistema de software, citam-se a Métrica por Ponto de Função e a Métrica por Pontos de Casos de Uso, sendo que em ambas, os fatores de complexidades especificados são classificados como subjetivos, por relacionarem as medidas com “o seu valor para o usuário”.

Alguns estudos relacionados têm sido realizados, envolvendo a complexidade de requisitos na Engenharia de Requisitos e estando presente em pesquisas e estudos empíricos. Porém, como muitas delas são voltadas à qualidade do software, persiste a necessidade de envolver o fator complexidade na obtenção do resultado final do estudo, que geralmente refere-se à complexidade do projeto ou do sistema em relação a suas funcionalidades, e não, à de seus requisitos.

Kanjilal, Sengupta e Bhattacharya (2009) desenvolveram um modelo baseado em métricas, que se propõe a estimar, quantitativamente, a complexidade dos requisitos para a metodologia orientada a objetos, utilizando modelos de projeto, como o Diagrama de Sequência e o Diagrama de Classes, no auxílio da validação das estimativas na fase de projeto e do gerenciamento de projetos de longo prazo.

Zhao, Tan e Zhang (2003) criaram um método para estimar custos através da concepção de requisitos, propondo um novo termo denominado *Path Complexity*, o qual indica uma métrica para medir o esforço de complexidade do software baseado no DER (Diagrama Entidade Relacionamento), mostrando toda estrutura do banco de dados em que uma entidade pode acessar outras entidades, devido a seus relacionamentos, e obtendo os dados referentes a ela.

Visando à complexidade aplicada na Engenharia de Requisitos, um estudo empírico realizado por Regnell, Svensson e Wnuk (2008), descreve um caso

de engenharia de sistemas no domínio da telefonia celular, baseado em experiências empregadas na Sony Ericsson, em que se apresenta a complexidade de requisitos existentes no desenvolvimento de telefones celulares.

O resultado desse estudo é chamado pelos autores de *Very Large-Scale Requirements Engineering* (VLSRE), sugerindo uma nova ordem de magnitude aplicada na Engenharia de Requisitos, com fulcro no tamanho do conjunto de requisitos (nesse artigo, o número de requisitos é usado para representar a complexidade, estando fortemente relacionada com a natureza das interdependências entre os requisitos), os quais são geridos por uma empresa desenvolvedora de sistemas.

A complexidade é um atributo que permite mensurar o quanto um software, normalmente uma parte dele (módulo, método ou função), é de fácil legibilidade (compreensão), ou então, o quão complexo pode tornar-se, caso contenha um elevado número de aninhamentos de laços e comandos de decisão, em um dado programa ou funcionalidade, conforme citado por Koscianski e Soares (2006).

Segundo McCabe (1976) *apud* Peters e Pedrycz (2001), a complexidade é a quantificação do número de caminhos independentes em um programa, que fornece uma indicação de sua manutenibilidade e testabilidade. É importante observar que essas definições de complexidade foram construídas, tendo o software como objeto em análise, e não, os requisitos do software.

Outra questão também relatada por Regnell, Svensson e Wnuk (2008) é que um dos fatores responsáveis pela elevação da complexidade da engenharia de requisitos é um grande e diversificado conjunto de *stakeholders*, tanto externos, como internos à instituição.

Com base na pesquisa realizada, é possível caracterizar a Complexidade de Requisitos como o grau de dificuldade em se interpretar, especificar, entender e implementar um conjunto de requisitos, que é influenciado diretamente pela quantidade de variáveis e procedimentos pertinentes aos requisitos, bem como pelas relações de dependências ou acoplamentos entre eles.

## 1.2 Justificativa e Objetivo

Atualmente não se encontra disponível, entre as técnicas da Engenharia de Requisitos, uma métrica voltada especificamente para a avaliação da complexidade de requisitos. Tal métrica é de fundamental importância para que as equipes de desenvolvimento possam ter referências quanto ao grau de complexidade que um requisito pode apresentar. Com base em uma métrica de complexidade de requisitos, as equipes de desenvolvimento podem construir seus próprios indicadores de produtividade, que serão de grande utilidade para estimar, com precisão, variáveis como esforço, prazo e custo do desenvolvimento de software.

O objetivo desta dissertação é contribuir para o desenvolvimento de sistemas que empreguem os conceitos e técnicas da Engenharia de Requisitos, através da proposta de uma métrica para avaliar a complexidade de requisitos funcionais, antes de começar a construí-los, denominada MCR<sub>e</sub>F, em que seja reconhecida tal complexidade, já nas fases iniciais do ciclo de vida de um projeto de software.

## 1.3 Metodologia de Desenvolvimento

Para a realização da dissertação em comento, a metodologia de desenvolvimento foi dividida em 4 fases:

(i) Desenvolvimento de estudos de caso com foco na elicitação, especificação e validação de requisitos, baseados em contextos reais, dentre eles:

- a) Criação de um documento de especificação de requisitos, utilizando o *template Volere*, referente a um sistema de monitoramento e captação de frequências cardíacas, para avaliar a função autonômica do coração (em seres humanos);
- b) Criação de um documento de especificação de requisitos, utilizando um dos *templates* da recomendação *IEEE STD 830-1998*, referente ao sistema de acompanhamento técnico e físico de atletas, em todas as categorias de um clube de futebol profissional;

*(ii)* Criação de uma Métrica de Complexidade de Requisitos, identificando: a) Principais variáveis que influenciam na complexidade dos requisitos; b) Relação entre essas variáveis; c) Pesos dessas variáveis, obtidas através da aplicação de um questionário junto aos profissionais de desenvolvimento de software; d) Modelo Matemático para definir a complexidade de requisitos;

*(iii)* Aplicação da métrica nos documentos de especificação de requisitos desenvolvidos nos estudos de caso;

*(iv)* Análise e discussão dos resultados obtidos com a aplicação da métrica, nos estudos de caso citados.

## 1.4 Organização

As partes restantes do trabalho estão organizadas da seguinte forma:

- O Capítulo 2 apresenta as principais definições do termo Engenharia de Requisitos, sua importância e aplicação, no contexto do desenvolvimento de software, bem como seus processos;
- O Capítulo 3 mostra os mais importantes conceitos de Métricas de Software, envolvendo métricas de funcionalidade e de complexidade;
- O Capítulo 4 apresenta o estado da arte e trabalhos relacionados, na área de Complexidade de Requisitos;
- O Capítulo 5 expõe a proposta da métrica MCR<sub>EF</sub>;
- O Capítulo 6 exhibe a definição e a realização do estudo empírico, que teve como objetivo a aplicação de um questionário pertinente à complexidade de requisitos identificados junto aos profissionais da área, proporcionando a obtenção de pesos para cada fator de complexidade estudado. Nesse capítulo, também se encontra descrito, de forma detalhada, o planejamento do estudo, por meio de seu contexto, hipóteses, instrumentação adotada, participantes, variáveis e garantia de validade, além do teste piloto, coleta de dados e disponibilização dos instrumentos;

- O Capítulo 7 apresenta os resultados do estudo empírico. Esses resultados são mostrados por meio das seguintes análises: dados dos participantes, grau de importância atribuído aos fatores e subfatores de complexidade do requisito, confiabilidade do instrumento de coleta de dados e hipóteses definidas na pesquisa;
- O Capítulo 8 apresenta a aplicação da métrica MCRéF em especificações de requisitos de sistemas de informação já realizadas;
- Finalmente, o Capítulo 9 apresenta a conclusão final, juntamente com os trabalhos futuros.

## 2 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Em um ciclo de desenvolvimento de software embasado na Engenharia de Software, a Engenharia de Requisitos é um processo crucial, pois fornece um mecanismo adequado para entender o desejo do cliente, analisa as necessidades, avalia a possibilidade de execução, negocia uma solução razoável, especifica a solução de maneira não ambígua, valida a especificação e administra os requisitos, na medida em que eles são transformados num sistema em operação.

Segundo Sommerville (2003), Engenharia de Requisitos é o processo de descobrir, analisar, documentar e verificar as restrições do sistema.

### 2.1 Definição e sua Importância

Um requisito de software é uma descrição dos principais recursos de um produto de software, seu fluxo de informações, comportamento e atributos levantados pela equipe do projeto, em conjunto com representantes do cliente, usuários-chaves e outros especialistas da área de aplicação.

Os usuários-chaves são indicados pelo cliente, como pessoas capacitadas a definir os requisitos do produto. Normalmente, são escolhidos entre profissionais experientes das diversas áreas, que usarão o produto. Eles devem ser devidamente informados e treinados sobre as técnicas e notações que serão utilizadas, no fluxo de requisitos.

Em resumo, requisito é uma característica do sistema ou a descrição de algo, que o sistema é capaz de fazer, para atingir as suas metas, fornecendo uma estrutura básica para o desenvolvimento de um produto de software. Além disso, deve ser facilmente modificável, objetivando seu desenvolvimento para acomodar a natureza evolutiva dos sistemas de software, uma vez que esse servirá de instrumento de comunicação entre as pessoas envolvidas com o projeto, denominadas “*stakeholders*”<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Palavra da língua inglesa amplamente utilizada, para designar todas as pessoas físicas ou jurídicas, que são direta ou indiretamente afetadas pelo projeto.



A Engenharia de Requisitos consiste no conjunto de técnicas empregadas nos processos envolvidos no desenvolvimento dos requisitos do sistema, ou seja, levantamento, detalhamento, documentação e validação dos requisitos.

O resultado do conjunto de requisitos é um Documento de Especificação de Requisitos de Software. Seu grau de entendimento, sua precisão e exatidão da descrição fornecida tendem a ser diretamente proporcional ao grau de qualidade do produto resultante.

Esse processo utiliza o termo engenharia, o que implica um processo de construção, adotando métodos e técnicas sistemáticas, de tal forma que o processo seja passível de repetição e garanta a definição dos requisitos não redundantes, completos, corretos e de fácil entendimento.

O processo de construção dos requisitos do sistema, a Engenharia de Requisitos estrutura-se em:

- **Interação entre usuários e desenvolvedores** – trabalha-se com os clientes para obter os requisitos, fazendo-lhes perguntas, apresentando sistemas similares ou, até mesmo, desenvolvendo protótipos de partes ou do sistema proposto completo. Esses requisitos são escritos de tal maneira, que os envolvidos possam chegar a um acordo sobre o que o sistema deverá fazer. A validação dos requisitos gerados assegura que os requisitos estejam completos, corretos e consistentes, garantindo-se a descrição do que o cliente pretende ver no produto final;
- **Aplicação de princípios científicos (da psicologia à matemática)** – os requisitos são reescritos, de maneira que os projetistas possam transformá-los em um bom projeto do sistema.

Kotonya e Sommerville (1998) citam no livro, *Requirements Engineering*, que o custo da Engenharia de Requisitos, em um projeto, é estimado em 15% do valor total de desenvolvimento de um sistema. Contudo, caso ocorram falhas nessa fase de desenvolvimento, poderá acarretar atraso no projeto (mudança no cronograma), além de alteração no investimento financeiro atribuído ao mesmo.

Pesquisas têm comprovado que muitos projetos de implementação de software têm falhado por problemas de requisitos, ou seja, os requisitos obtidos, muitas vezes, são incompletos, mal entendidos e ambíguos. Uma dessas pesquisas

descritas em Pfleeger (2004), realizada em 1994, pela Standish Group, perquiriu mais de 350 empresas sobre os seus mais de 8.000 projetos de software, constatando que 31% dos projetos foram cancelados antes de serem concluídos e apenas 9% foram concluídos e entregues no prazo e no valor estimado.

A Tabela 1 apresenta o relato dos principais fatores que causam falhas, segundo a *Standish*:

**TABELA 1 - FATORES RELATADOS COMO CAUSA DE FALHA EM PROJETOS DE SOFTWARE**

| <b>Fatores de Causa de Falha em Projetos</b>            | <b>% Relatada</b> |
|---|-------------------|
| <b>Requisitos Incompletos</b>                           | <b>13,10%</b>     |
| Falta de envolvimento por parte do usuário              | 12,40%            |
| Ausência de recursos                                    | 10,60%            |
| Expectativas não realistas                              | 9,90%             |
| Inexistência de apoio dos executivos                    | 9,30%             |
| <b>Modificações nos requisitos e nas especificações</b> | <b>8,70%</b>      |
| Carência de planejamento                                | 8,10%             |
| Desnecessidade superveniente do Sistema                 | 7,50%             |

Se não bastassem os fatores de falhas do projeto, não se pode esquecer do fator custo, que segundo Boehm e Papaccio (1988) *apud* Pfleeger (2004):

**TABELA 2 - CUSTOS RELATIVOS DE REPARO DO SOFTWARE NAS DIFERENTES ETAPAS DO CICLO DE VIDA**

| <b>Etapas</b>    | <b>Custo Relativo de Reparo (Un)</b> |
|------------------|--------------------------------------|
| Análise          | 1-2                                  |
| Projeto          | 5                                    |
| Implementação    | 10                                   |
| Teste Unitário   | 20                                   |
| Teste do Sistema | 50                                   |
| Manutenção       | 200                                  |

Certamente a falta de cuidado com os requisitos pode levar à (ao):

- Construção de um sistema que não resolve o problema ou resolve-o de forma errada;
- Falta de atendimento das expectativas dos usuários;
- Difícil compreensão de seu funcionamento, complicando o entendimento dos usuários em sua utilização;

- Alto custo aplicado, além do atraso no cronograma, desagradando ao cliente.

## **2.2 Tipos de Requisitos**

Um requisito é definido como uma condição ou uma capacidade, com a qual o sistema deve estar de acordo.

Existem vários tipos de requisitos, não sendo possível estabelecer uma forma padrão para escrevê-lo ou para definir a melhor forma de especificá-lo. Esses fatores dependem muito de quem escreve e de quem provavelmente realizará sua leitura, estando sujeitos também à prática geral da organização do desenvolvimento de requisitos e ao domínio da aplicação do sistema.

Basicamente os requisitos estão classificados como Requisitos do Sistema e Requisitos do Software, especificados como Requisitos Funcionais e Requisitos Não-Funcionais.

### **2.2.1 Requisitos de Sistema**

Requisitos de Sistema consistem em descrições detalhadas que servem de base para um contrato destinado à implementação do sistema e, portanto, devem ser uma especificação completa, abrangendo todo o sistema.

Eles envolvem um contexto mais amplo e menos técnico que os requisitos de software, pois descrevem o comportamento do sistema, sob a ótica do seu usuário.

São utilizados pelos engenheiros de software, como ponto de partida para o projeto de sistemas, e essa representação dos requisitos do sistema deve ser construída, de forma a servir de veículo de comunicação entre os usuários e os desenvolvedores do software (Sommerville, 2003).

A especificação de Requisitos de Sistema pode incluir ou gerar diferentes diagramas de representação do sistema, como um Diagrama de Objeto ou um Diagrama de Fluxo de Dados.

Basicamente os Requisitos de Sistemas devem definir o que o sistema deverá fazer, e não como ele terá de ser implementado. Mas, no que se refere aos detalhes exigidos para especificar o sistema completamente, é quase impossível excluir todas as informações de projeto, pois segundo Sommerville (2003):

- Uma arquitetura inicial do sistema pode ser definida para ajudar a estruturar a especificação de requisitos. Os requisitos do sistema são organizados de acordo com os diferentes subsistemas, que constituem o sistema;
- Na maioria dos casos, os sistemas devem interoperar com outros sistemas existentes. Isso restringe o projeto e essas restrições geram requisitos para o novo sistema.

Geralmente para escrever as especificações de requisitos de sistemas, utiliza-se a linguagem natural, a qual pode ser facilmente compreendida. Porém, deve se atentar aos fatores de compreensão, especificação e padronização da linguagem natural, visto que:

- A compreensão da linguagem natural depende do uso das mesmas palavras para o mesmo conceito, pelos leitores e por quem escreve as especificações. Caso isso não ocorra, leva a divergências devido à ambiguidade da linguagem natural;
- Uma especificação de requisitos em linguagem natural é muito flexível, sendo possível dizer a mesma coisa de formas completamente diferentes, ficando por conta do leitor descobrir quando os requisitos são os mesmos e quando são diferentes;
- Não existe meio fácil de padronizar os requisitos em linguagem natural, podendo ser difícil encontrar todos os requisitos relacionados. Para descobrir as consequências de uma mudança, talvez seja preciso examinar cada requisito, em vez de simplesmente um grupo de requisitos relacionados.

Devido a tais problemas, as especificações de requisitos escritas em linguagem natural estão sujeitas a divergências. Muitas vezes elas somente são descobertas em fases posteriores do processo de software e, então, a solução pode ser muito dispendiosa, conforme citado em 2.1.

### 2.2.2 Requisitos de Software

Os requisitos de software compreendem a descrição dos requisitos, sendo apontados, pelo usuário, como **funcionalidades** e **restrições** que o software a ser desenvolvido deve suportar, conseqüentemente caracterizados por:

- Interfaces externas: como o software interage com as pessoas, com o hardware do sistema, com outros sistemas e com outros produtos;
- Desempenho: qual a velocidade do processamento, o tempo de resposta e outros parâmetros de desempenho requeridos pela natureza da aplicação;
- Restrições impostas pela aplicação: existem padrões e outros limites a serem obedecidos, como linguagem de implementação, ambiente de operação, limites de recursos, limites a usuários etc.;
- Outros atributos: quais as considerações sobre portabilidade, manutenibilidade e confiabilidade que devem ser observadas.

Nota-se que os requisitos de software incorporam boa parte dos requisitos do sistema e, também, abrangem os aspectos computacionais necessários para atender as exigências e restrições das características citadas acima, devendo ser escritos por membros da equipe de desenvolvimento do projeto, com a participação obrigatória de um ou mais usuários-chaves do produto em pauta.

Não é uma prática satisfatória qualificar os desenvolvedores, clientes ou usuários a escreverem isoladamente a Especificação dos Requisitos do Software, pois:

- Os clientes ou usuários nem sempre entendem os processos de desenvolvimento do software, em grau suficiente para produzir uma

especificação de requisitos de implementação viável, ou seja, sabem do que necessitam, mas não conhecem a maneira de como expressar essa necessidade;

- Os desenvolvedores nem sempre compreendem a área de aplicação de forma suficiente, para produzir uma especificação de requisitos satisfatória.

### 2.2.3 Requisitos Funcionais

Os Requisitos Funcionais especificam **ações** que um software deve ser capaz de executar, sem levar em consideração restrições físicas, ou seja, determinam “**o que**” o software deve fazer.

São identificados, a partir do ponto de vista do usuário e geralmente são descritos em um Diagrama de Casos de Uso e em Casos de Uso.

Os requisitos funcionais informam, portanto, o comportamento de entrada e saída de um sistema.

### 2.2.4 Requisitos Não-Funcionais

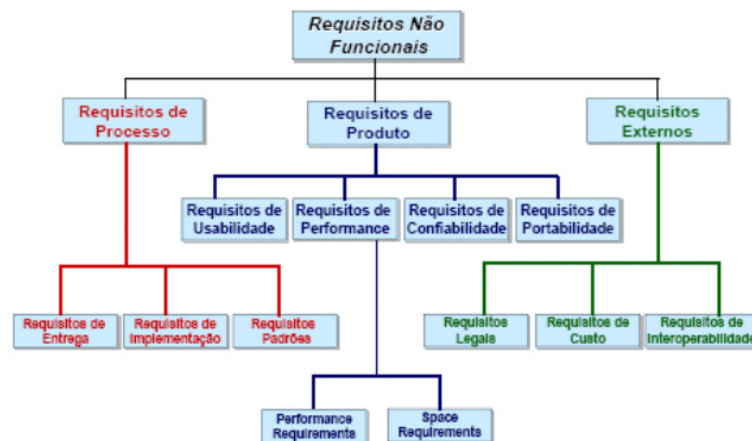
Requisitos Não-Funcionais, também conhecidos como Requisitos de Qualidade, são os que definem as características e as qualidades globais de um software. Não estão totalmente “preocupados” com os Requisitos Funcionais, mas relacionam-se com os mesmos, pois:

- Colocam restrições sobre o produto em desenvolvimento e o processo de desenvolvimento;
- Visam a tratar da Análise de Conflito.

Podem ser classificados em:

- Entrega;
- Implementação;
- Padrões;

- Usabilidade;
- Desempenho;
- Confiabilidade;
- Portabilidade;
- Custos de Desenvolvimento;
- Custos Operacionais;
- Robustez;
- Manutenibilidade;
- Segurança;
- Proteção.



**FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS**  
(KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998)

A Figura 1, proposta por Kotonya e Sommerville (1998), apresenta uma estrutura de classificação de algumas categorias, de um certo número de requisitos não-funcionais.

### 2.3 Aplicação no Contexto do Desenvolvimento de Software

A Engenharia de Requisitos encontra-se praticamente como fase inicial de todo processo de desenvolvimento de software, muitas vezes definida

como levantamento ou definição de requisitos, sendo esse processo utilizado em todas as demais etapas da engenharia de software. Ela ocorre de forma intensiva nas primeiras etapas do ciclo de vida, abrangendo as fases de engenharia de sistemas, análise e projeto. Conforme o paradigma de Engenharia de Software aplicado, pode-se estender para as demais fases.

Basicamente a Engenharia de Requisitos compreende os seguintes processos:

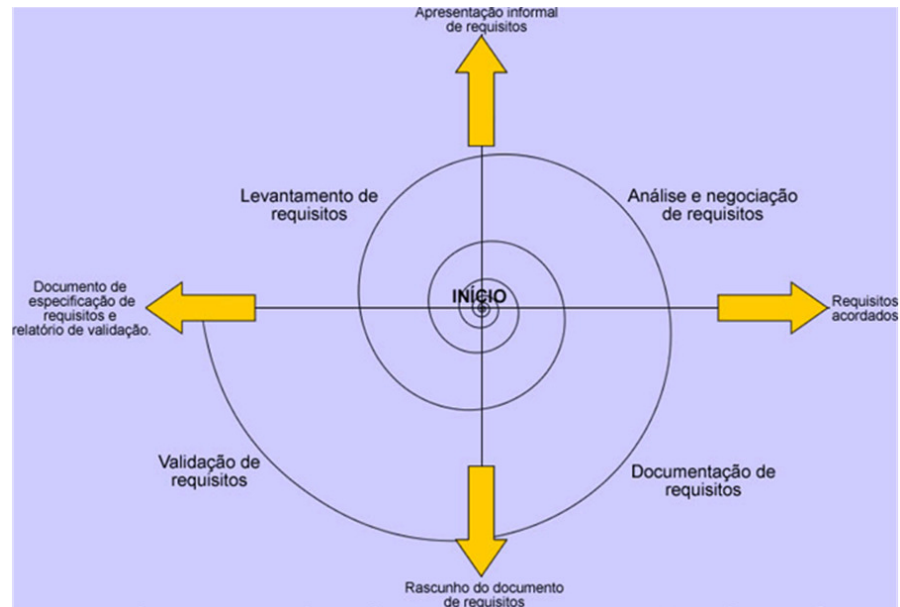
- *Entendimento do domínio*: leitura sobre o domínio do sistema, sendo que nessa fase os desenvolvedores devem entender o domínio da aplicação, o mais completamente possível;
- *Elicitação<sup>2</sup> e Análise de Requisitos*: interação com o usuário de acordo com técnicas de extração de requisitos. Nessa etapa ocorre a descoberta, a revelação e o entendimento dos requisitos através de interação com o(s) usuário(s), sendo realizadas a classificação e a organização dos requisitos, assim como a determinação de suas prioridades, resolução de inconsistências e conflitos, e a descoberta de omissões;
- *Especificação dos Requisitos*: armazenamento dos requisitos em uma ou mais formas, incluindo língua natural, linguagem formal ou semiformal, representações simbólicas ou gráficas;
- *Validação dos Requisitos*: verificação dos requisitos de acordo com a necessidade dos usuários, observando se estão completos e condizentes com as necessidades e desejos dos usuários;
- *Gerenciamento de Requisitos*: processo que se desenvolve em paralelo a todos os outros processos citados anteriormente, objetivando gerenciar as mudanças que ocorrem nos requisitos do sistema, normalmente devido às alterações no ambiente do sistema e a um melhor entendimento do usuário, sobre as suas reais necessidades.

---

<sup>2</sup> A palavra elicitación vem do inglês *elicitation*, que significa descobrir algo obscuro ou obter informações.

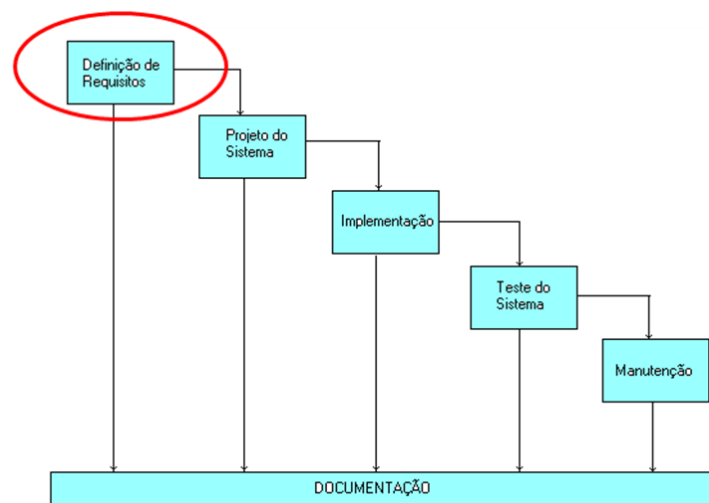


Na Figura 2, é apresentado um modelo espiral que representa os processos envolvidos na Engenharia de Requisitos, e que se aplica em alguns dos paradigmas da Engenharia de Software.



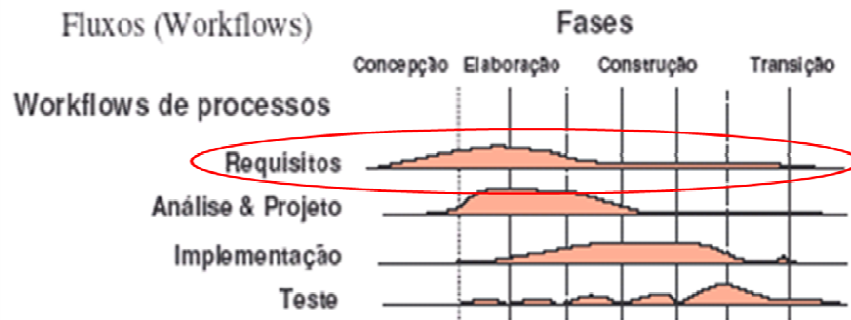
**FIGURA 2 - MODELO ESPIRAL DOS PROCESSOS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS (KOTONYA e SOMERVILLE, 1998)**

O modelo apresentado na Figura 3, em formato cascata, apresenta o Ciclo de Vida Clássico, também chamado de Modelo Cascata, no qual é apresentada que a primeira fase do seu ciclo corresponde à definição dos requisitos.



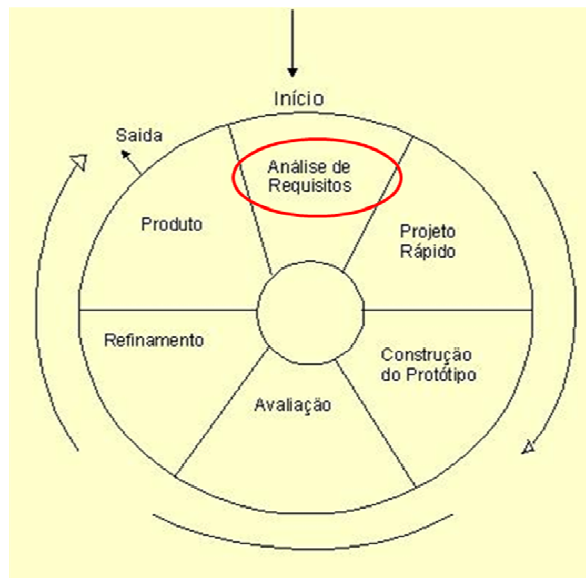
**FIGURA 3 - APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NO CICLO DE VIDA CASCATA (SOMMERVILLE, 2003)**

Nos modelos iterativos e incrementais utilizados pela USDP, também é possível visualizar em quais fases ocorrem o processo relacionado a requisito, conforme apresentado na Figura 4.



**FIGURA 4 - APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NO USDP (UNIFIED SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS)**  
(JACOBSON, 1992)

Outro modelo existente é a Prototipação, em que também o seu início corresponde à fase de análise de requisitos, de acordo com a Figura 5.



**FIGURA 5 - APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE REQUISITOS NA PROTOTIPÇÃO**  
(PRESSMAN, 2001)

As Figuras 3, 4 e 5 têm por objetivo mostrar, nos ciclos, as fases em que ocorrem a identificação de requisitos.

### 2.3.1 Importância

A importância da Engenharia de Requisitos, no contexto de desenvolvimento de software, advém do fato de que a correta identificação e documentação dos requisitos são fundamentais para o sucesso do software.

Para De Grande e Martins (2006), o processo de Engenharia de Requisitos objetiva, principalmente, buscar os conhecimentos das regras de negócio e verificar as necessidades do cliente, obtendo uma especificação não ambígua e completa dos requisitos de software, com o intuito de minimizar os erros, as inadequações e as falhas no produto final, a ser entregue ao cliente.

Segundo Fred Brooks *apud* Pressman (2001), “*A parte individual mais difícil da construção de um sistema de software é decidir o que construir [...] Nenhuma outra parte do trabalho prejudica tanto o sistema resultante se feita errada. Nenhuma outra parte é mais difícil de retificar depois*”.

### 2.3.2 Dificuldades

As dificuldades surgem na execução de processos da Engenharia de Requisitos, em especial, na extração de requisitos, sendo algumas dificuldades:

- Falta de conhecimento do usuário das suas reais necessidades e do que o produto de software pode lhe oferecer;
- Ausência de conhecimento do desenvolvedor sobre o domínio do problema;
- Domínio do processo de extração de requisitos pelos desenvolvedores de software;
- Comunicação inadequada entre desenvolvedores e usuários;
- Dificuldade do usuário em tomar decisões;
- Problemas de comportamento;
- Questões técnicas.

Esses fatores podem vir a afetar o desenvolvimento de documentos de requisitos, de maneira que realmente não satisfaçam os usuários. Alguns problemas com requisitos encontrados, durante o processo de Engenharia de Requisitos, são:

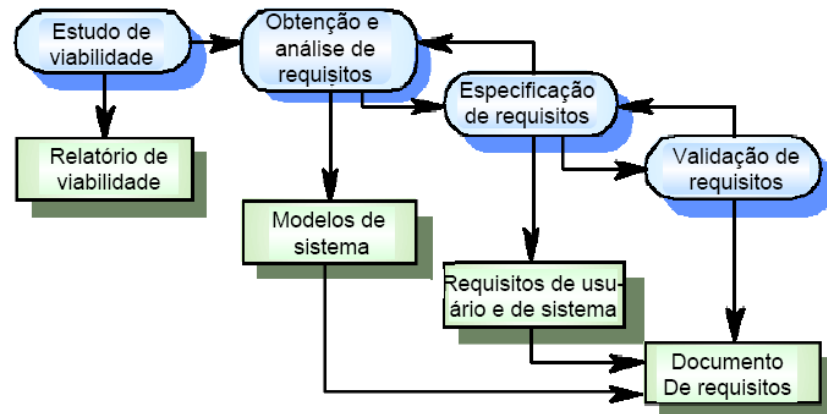
- Não refletirem as reais necessidades do cliente, em relação ao sistema a ser desenvolvido;
- Serem inconsistentes e/ou incompletos;
- Ter alto custo na realização de mudanças, depois que os requisitos foram acordados entre o cliente e a equipe de desenvolvimento;
- Ocorrer entendimento errado entre cliente e equipe de desenvolvimento.

Com a finalidade de atender aos requisitos dos usuários e dos clientes, é necessário que os processos da Engenharia de Requisitos sejam realizados de forma mais sistemática e com um suporte por computador. Isso acarretará processos mais maduros e permitirá a obtenção de software com qualidade, não por consequência de esforços individuais, mas, por uma evolução do seu processo, o qual utiliza boas práticas de Engenharia de Requisitos.

## **2.4 Processos da Engenharia de Requisitos**

Os processos usados na Engenharia de Requisitos variam amplamente, dependendo do domínio da aplicação, das pessoas envolvidas e da organização. Contudo, existe um conjunto de atividades genéricas comuns a todos os processos da engenharia de requisitos:

- Estudo de viabilidade;
- Obtenção e Análise de Requisitos;
- Especificação dos Requisitos;
- Validação dos Requisitos;
- Gerenciamento de Requisitos.



**FIGURA 6 - PROCESSO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS**  
(SOMMERVILLE, 2003)

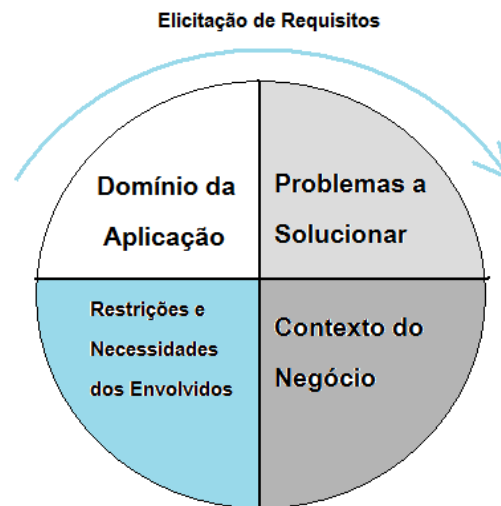
A Figura 6, proposta por Sommerville (2003), apresenta os processos da engenharia de requisitos, representada pelas elipses, e os artefatos gerados por esses processos, representados por retângulos.

#### 2.4.1 Elicitação

O processo de elicitação de requisitos é uma atividade da Engenharia de Requisitos, na qual os desenvolvedores em parceria com os *stakeholders* trabalham para entender o domínio do problema a ser solucionado, com a finalidade de descobrir os requisitos do sistema, normalmente nebulosos e confusos, no início do desenvolvimento de um sistema de software.

Caracteriza-se como um processo iterativo, enfocando principalmente os serviços que o sistema deve oferecer, não somente com a visão do usuário ou do desenvolvedor, mas, sim, em conjunto, o que necessita de uma análise cuidadosa do ambiente onde o software será implantado, através do exame do domínio da aplicação e dos processos de negócios em que o software será utilizado.

Segundo Kotonya e Sommerville (1998), a elicitação de requisitos realizada de forma efetiva, deve abordar quatro componentes, mostrados na Figura 7:



**FIGURA 7 - COMPONENTES DA ELICITAÇÃO DE REQUISITOS**  
(KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998)

Sendo:

- Domínio da Aplicação: área em geral onde o sistema será aplicado;
- Problemas a Solucionar: entendimento dos problemas específicos do cliente, em que o sistema será aplicado;
- Contexto do Negócio: quantidade de interação do sistema e afetação das diferentes partes do negócio, a fim de verificar quanto podem auxiliar nas metas de negócio em geral;
- Restrições e Necessidades dos Envolvidos: compreensão, em detalhes, dos processos de trabalho dos envolvidos juntamente com os sistemas utilizados, e aplicação nesse novo sistema.

O processo de elicitación compõe um procedimento difícil, caracterizado por (Sommerville, 2003):

- Dificuldade dos clientes em articular as necessidades relacionadas ao sistema, podendo, então, fazer solicitações não realistas e, muitas vezes, sem conhecer o custo que será gerado;
- Os *stakeholders* naturalmente expressam requisitos com conhecimento implícito da sua própria área de atuação;
- Diferentes *stakeholders* têm em mente requisitos variados e podem expressá-los de maneiras diversas. Engenheiros de Requisitos têm de

descobrir todas as possíveis fontes de requisitos e gerenciar os possíveis conflitos;

- Fatores políticos podem influenciar os requisitos do sistema. Eles podem ser provenientes de gestores que exigem requisitos específicos, porque lhes permitem aumentar sua influência na organização;
- O ambiente empresarial e econômico onde se realiza a análise é dinâmico. Inevitavelmente, ele se modifica durante o processo de estudo. Novos requisitos podem surgir de outros *stakeholders*, que não foram consultados, nas fases iniciais do levantamento.

De acordo com Martins e Daltrini (1999), para se entender melhor os problemas enfrentados na elicitaco dos requisitos, pode-se analisá-los a partir de dois grandes grupos: problemas acidentais e problemas essenciais.

- Problemas acidentais:
  - Pequena quantidade de esforço despendido no levantamento de informao junto ao usuário;
  - Documentao parca sobre os requisitos obtidos;
  - Insuficiente revisão dos requisitos obtidos;
  - Especificao incorretas dos requisitos;
  - Tendência de iniciar logo o processo de desenvolvimento do software.
- Problemas essenciais:
  - Dificuldade do usuário em conhecer, efetivamente, suas necessidades em relao ao sistema de computador;
  - Embaraço na comunicao entre usuário e desenvolvedor;
  - Natureza mutante dos requisitos.

Para alcançar uma elicitaco de requisitos mais precisa, é importante conhecer as suas diversas técnicas, além de saber qual delas deve ser aplicada, em cada situao. Dentre elas:

- Entrevista;
- Questionário;
- Prototipao;

- *Brainstorming*;
- JAD;
- Análise de Documentos.

Não existe uma técnica padrão para o processo de levantamento de requisitos. É primordial que a pessoa designada a essa tarefa possua capacidade de:

- Compreender conceitos abstratos; reorganizá-los em divisões lógicas e sintetizar soluções baseadas em cada divisão;
- Absorver fatos pertinentes de fontes conflitantes ou confusas;
- Entender os ambientes do usuário/cliente;
- Aplicar elementos do sistema de hardware e/ou software, aos elementos do usuário/cliente;
- Comunicar-se bem, nas formas escrita e verbal;
- Conhecer o objetivo global do software.

#### **2.4.2 Análise**

A atividade de análise de requisitos consiste em estabelecer um acordo para a conclusão de um conjunto de requisitos, o mais completo e consistente possível.

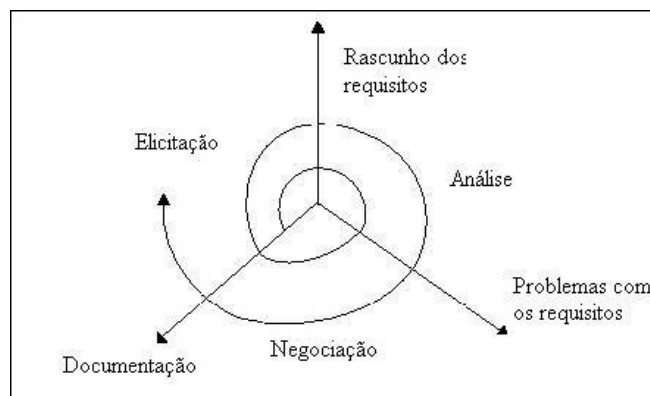
Nesse processo, são identificados eventuais problemas na declaração informal dos requisitos (esquecidos, ambíguos, sobrepostos, conflitantes e não realistas), a qual é obtida no processo de elicitación dos requisitos. Tais problemas são negociados para que sejam aceitos, com as devidas modificações, a fim de satisfazer os requisitos, resolvendo os pontos conflitantes entre os *stakeholders* e os engenheiros de requisitos.

Essa atividade é vista separadamente e em sequência à atividade de elicitación, mas, na realidade, são processos interligados, pois quando os problemas nos requisitos são descobertos, durante a atividade de elicitación, inevitavelmente algumas análises são realizadas e negociadas, na qual os engenheiros de requisitos e os *stakeholders*:



- Reconhecem os problemas nos requisitos;
- Discutem com a fonte dos requisitos;
- Realizam acordos sobre os requisitos.

Kotonya e Sommerville (1998) propõem uma espiral a fim de apresentar a iteração dos processos de elicitaco, análise e negociao de requisitos, na qual o engenheiro de requisitos descobre algumas informaçoes sobre os mesmos, que são analisados e posteriormente negociados. Em seguida, um novo giro na espiral  realizado.



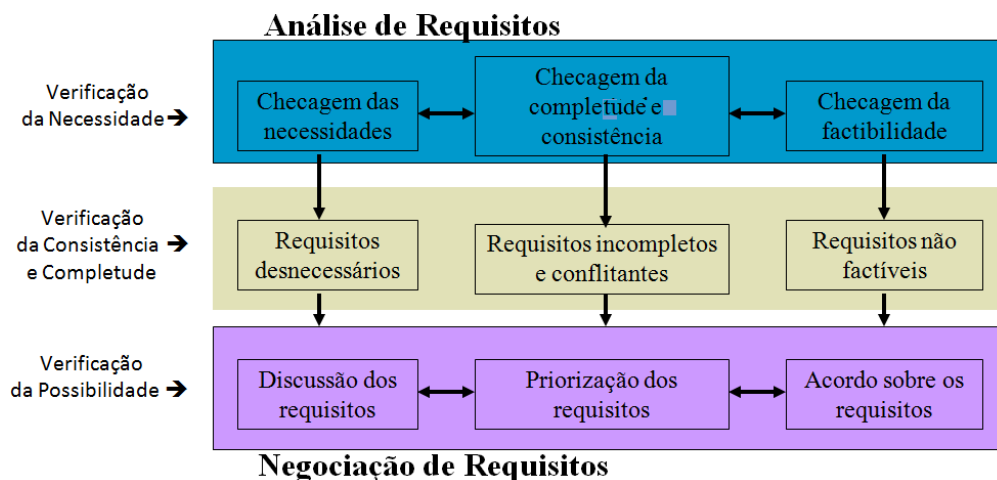
**FIGURA 8 - ESPIRAL ENVOLVENDO ELICITAO, ANÁLISE E NEGOCIAO DE REQUISITOS**  
(KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998)

No entanto, uma análise de requisitos mais detalhada ocorrerá quando certa quantidade de requisitos tiver sido descoberta, gerando, assim, um documento preliminar de requisitos. Nesse ponto, devem ser observados três elementos fundamentais sobre a análise dos requisitos, que auxiliam na identificao de problemas:

- Verificao da Necessidade – a conveniência dos requisitos  analisada. Em alguns casos, os requisitos propostos podem não contribuir para os objetivos do negócio da organizao ou para o problema específico a ser abordado pelo sistema;
- Verificao da Consistência e Completude – os requisitos são checados, relacionando a consistência e completude. Consistência significa que nenhum requisito deve ser contraditório; completude refere-se  ausência de omissão de qualquer serviço ou restrio necessária;

- Verificação da Possibilidade – os requisitos são verificados para garantir que eles sejam viáveis, conforme a disponibilidade do orçamento e o cronograma atribuído para o desenvolvimento do sistema.

É proposto por Kotonya e Sommerville (1998) um modelo geral para os processos de análise e negociação de requisitos, o qual apresenta esses elementos conforme Figura 9:



**FIGURA 9 - ATIVIDADES ENVOLVIDAS NA ANÁLISE E NEGOCIAÇÃO DE REQUISITOS (KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998)**

Dentre os instrumentos úteis para as práticas adequada, em uma análise e negociação de requisitos, é possível destacar:

- *Checklist* - lista de questões que o engenheiro de requisitos usa para julgar cada requisito, sendo muito útil porque oferecem um guia do que deve ser verificado, reduzindo as chances de não validar características importantes dos requisitos;
- Matrizes de Interação - mostra a interação que existe entre os requisitos em termos de (mas não somente):
  - Conflitos;
  - Sobreposição;
  - Independência.
- Negociação de Requisitos – é um processo utilizado sempre que necessário para resolver conflitos e eliminar sobreposições de requisitos. A negociação envolve intercâmbio de informação, discussão e resolução de divergências.

### 2.4.3 Especificação

Segundo Martins (2001), Especificação de Requisitos é a etapa na qual os resultados da elicitación e análise de requisitos serão transformados em documentos que organizam os requisitos do sistema, servindo de base entre o desenvolvedor e o cliente.

Com fundamento nas características do sistema, a especificação pode ser considerada como:

- Especificação Descritiva – declaram-se as propriedades desejadas do sistema de uma forma completamente descritiva. Exemplos:
  - Documento Visão do Sistema - relato sucinto com os principais tópicos que o negócio a ser automatizado deve fornecer, semelhante a uma espécie de contrato entre quem contratou e quem foi contratado. É resultante das entrevistas feitas com o cliente.
  - Cenários - descrições concretas do trabalho e das atividades, traçando uma instância específica e um caso de uso.
- Especificação Operacional – representa o comportamento desejado do sistema, utilizando modelos abstratos que de alguma forma simulem seu comportamento. Exemplos:
  - Diagrama de Contexto - especifica o escopo do sistema, representando as entidades externas e possuindo um único processo inicial;
  - Diagrama de Casos de Uso - técnica de modelagem utilizada para descrever o que um novo sistema deve fazer ou descrever o que um sistema existente já faz.

As metodologias de desenvolvimento de sistemas, em geral, oferecem técnicas satisfatórias de representação dos requisitos, as quais permitem instituir controles para o desenvolvimento do sistema e para a sua qualidade, possibilitando a comunicação de ideias entre os desenvolvedores e entre desenvolvedores e usuários, e a representação precisa de instruções a serem

passadas de um estágio do ciclo de vida para outro. As formalidades compreendem os Modelos formais e semiformais.

As técnicas de especificação semiformais consistem no conjunto de diagramas onde os requisitos de software são declarados, sendo:

- Paradigma Estruturado – características que podem apresentar as percepções do mundo real, através de funções, dados e modelos:
  - DFD – Diagrama de Fluxo de Dados;
  - DER – Diagrama Entidade Relacionamento;
  - DE – Diagrama de Estrutura;
  - DD – Dicionário de Dados;
  - PE – Português Estruturado.
- Paradigma Orientado a Objeto – representação do mundo real, através de Classes e Objetos, sendo representados através da UML:
  - Diagrama de Casos de Uso;
  - Diagrama de Classes;
  - Diagrama de Sequência;
  - Diagrama de Estados;
  - Outros.

As técnicas de especificação formais são baseadas em formalismos da matemática discreta, sendo Teoria de Conjuntos, Lógica de Primeira Ordem, Funções e Relações utilizadas para especificar, desenvolver e verificar sistemas de software, reduzindo a zero a ambiguidade, a saber:

- Z;
- VDM – *Vienna Development Method*;
- CSP – *Communicating Sequential Processes*;
- Outras.

A especificação gera um ou um conjunto de artefatos, ou seja, documentos produzidos e utilizados na construção de um software, denominado de Documento de Especificação de Requisitos.

Quanto maior e mais complexo for o sistema a ser desenvolvido, mais importante se torna uma boa especificação de requisitos.

São práticas apropriadas da especificação de requisitos, a adoção de *templates*<sup>3</sup>, os quais possibilitam além da identificação da fonte de todos os requisitos, a atribuição de um *label* para todos eles, e, o registro das regras de negócio.

### 2.4.3.1 Composição de uma Especificação de Requisitos

A especificação de requisitos resulta em documentos que organizam os requisitos obtidos, que devem representar a especificação desses e descrever a percepção que o desenvolvedor tem do sistema a ser construído, sem aparentar ainda as características físicas do mesmo.

Esses documentos, também chamados de artefatos de software, assumem um papel fundamental no desenvolvimento de sistemas, principalmente naqueles que possuem várias versões e que envolvem grandes equipes.

O documento de requisitos normalmente é formado por:

- Documento Visão do Sistema, ou Descrição dos Requisitos em linguagem natural, consistindo na primeira descrição feita dos requisitos;
- Especificação Operacional, sendo:
  - Representação semiformal - diagramas especificados nos modelos semiformais;
  - Representação formal – modelos matemáticos, apesar dessa categoria de representação ainda não ser muita empregada, no âmbito mercadológico.

Dentre os benefícios obtidos pelo documento de especificação, é possível destacar:

- Meio de comunicação entre desenvolvedores e usuários sobre o que deve ser construído;

---

<sup>3</sup> É um documento sem conteúdo, com apenas a apresentação visual (apenas cabeçalhos, por exemplo) e as instruções sobre onde e qual tipo de conteúdo deve entrar, a cada parcela da apresentação. Exemplos: conteúdos que podem aparecer no início e conteúdos que só podem aparecer no final.

- Documento dos resultados da análise do problema, obtido com a elicitação e análise dos requisitos;
- Estabelecimento de quais propriedades o sistema deve ter e quais são as restrições impostas, no seu projeto e implementação;
- Fornecimento de base para estimativas de custo, de cronograma e para o desenvolvimento do plano de teste do sistema;
- Oferecimento de uma definição padrão de comportamento esperado pelos profissionais envolvidos, na manutenção do sistema;
- Registro das mudanças na engenharia do sistema.

#### 2.4.4 Validação

A atividade de Validação dos Requisitos consiste em verificar se os requisitos realmente atendem as expectativas do usuário em relação ao sistema, envolvendo os *stakeholders*, engenheiros de requisitos e desenvolvedores do sistema, os quais analisam os requisitos, buscando identificar possíveis problemas, omissões e ambiguidades constantes da especificação, principalmente quanto à consistência e completude.

Conforme apresentado na Figura 2, essa atividade é a etapa final da engenharia de requisitos, objetivando a checagem relativa dos requisitos documentados, antes do início da construção do software.

Segundo Sommerville (2003), validação de requisitos tem muito em comum com a análise de requisitos, uma vez que essa última preocupa-se em descobrir problemas neles, porém, são atividades distintas, já que a validação deve ocupar-se com o documento dos requisitos, enquanto a análise envolve o trabalho com os requisitos incompletos, oriundos das fases iniciais do projeto.

A validação dos requisitos é uma atividade muito negligenciada, entretanto, sua importância é posta em prática a partir do momento em que se desenvolve algo partindo de um requisito não validado, e verifica-se o seu custo para correção, conforme Tabela 2, nas diferentes etapas do ciclo de vida, propostas por Boehm e Papaccio (1988) *apud* Pfleeger (2004).

Sommerville (2003) também cita que há um aumento significativo do custo, e que fazer uma mudança no sistema, depois de desenvolvido, é maior do que reparar o erro na sua concepção, pois leva a um extenso retrabalho, além de um possível atraso no cronograma, constatando que a correção de um erro nessa fase inicial, possui um custo muito inferior do que a correção nas fases mais adiantadas do ciclo de desenvolvimento.

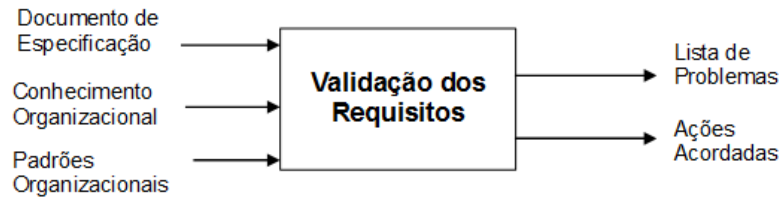
Dentre os principais problemas descobertos durante a validação dos requisitos, é possível destacar:

- Não atendimento aos padrões de qualidade exigidos pelo projeto;
- Requisitos poucos descritos, os quais levam à ambiguidade na sua interpretação;
- Erros na modelagem dos requisitos ou nos problemas a serem resolvidos;
- Requisitos conflitantes não identificados durante a etapa de análise.

Esses problemas devem ser sanados antes que o documento de especificação seja aprovado e utilizado para o desenvolvimento do sistema, lembrando-se que alguns problemas são resolvidos com a correção do documento de especificação, e outros podem levar a uma nova execução da espiral da Engenharia de Requisitos, requerendo uma nova elicitação, análise e especificação.

Kotonya e Sommerville (1998) afirmam que o maior problema na validação de requisitos é não existir um documento, o qual possa servir-lhe de base, mas, que a validação tem de garantir que o documento de requisitos represente a clara descrição da concepção e execução do sistema, consistindo numa verificação final para que os requisitos atendam as necessidades dos *stakeholders*.

A validação de requisitos propõe um processo formado por entrada, processamento e saída, sendo as entradas compostas pelo documento de especificação de requisitos, padrões da organização e conhecimento organizacional implícito; tal processo de entrada será validado, gerando o processo de saída, composto por uma lista de todos os problemas e pelas ações acordadas, para atender a essas necessidades, conforme apresentado na Figura 10.



**FIGURA 10 - ENTRADAS E SAÍDAS DA VALIDAÇÃO DE REQUISITOS**  
(KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998)

Na ótica de Sommerville (2003), as dificuldades da validação de requisitos não devem ser subestimadas, porque é difícil apresentar que um conjunto de requisitos atende às necessidades do usuário, já que se trata de análise abstrata. Raramente, a atividade de validação conseguirá identificar todos os problemas de requisitos, necessitando de modificações para corrigir omissões e ambiguidades, mesmo depois, de o documento de requisitos ser aceito.

#### 2.4.5 Gerenciamento

O Gerenciamento dos Requisitos é uma atividade que se desenvolve em paralelo a todas as outras atividades citadas anteriormente, podendo ser classificado como uma das atividades mais importantes dentro do processo de Engenharia de Requisitos.

Tem como principal objetivo o controle e o gerenciamento de mudanças nos requisitos que evoluem constantemente, geralmente devido a mudanças no ambiente do sistema e a um melhor entendimento do usuário sobre as suas reais necessidades, no decorrer do desenvolvimento do projeto.

Dentre os fatores diversos que levam a mudanças, destacam-se:

- Inconsistências, conflitos e falhas encontradas nos requisitos especificados;
- Evolução do conhecimento do usuário sobre o domínio do sistema em desenvolvimento;
- Problemas de custos, cronogramas ou técnicos;
- Mudanças na prioridade, na ótica do cliente;
- Alterações ambientais;
- Modificações políticas e organizacionais.



As mudanças nos requisitos são inevitáveis e ocorrem durante todo tempo, não significando que o processo de engenharia de requisitos adotado tenha sido falho, e podendo gerar efeito cascata, de modo a afetar outras partes do software ou artefatos criados.

Para que ocorra de forma segura, o controle dos requisitos descobertos e analisados no processo de engenharia de requisitos faz-se necessário, adequando-se o tratamento das mudanças e avaliando-se corretamente seus impactos. Isso implica necessariamente poder rastrear os requisitos, ao longo de todos os artefatos produzidos no processo de Engenharia de Software. Esse rastreamento de requisitos deve ocorrer em ambos os sentidos, dos requisitos iniciais para os artefatos desenvolvidos, bem como dos artefatos para as fontes que originaram os requisitos.

As principais questões endereçadas no gerenciamento de requisitos consistem em gerenciar:

- Mudanças nos requisitos acordados;
- O relacionamento entre requisitos;
- As dependências entre o documento de requisitos e os demais documentos produzidos, no processo de Engenharia de Software.

Segundo Kotonya e Sommerville (1998), no processo de gerenciamento de requisitos é fundamental que cada requisito possua algum tipo de identificação. Essa identificação é o meio adotado para rastrear e avaliar os impactos advindos de mudanças. Rastrear os requisitos é uma atividade muito importante dentro do gerenciamento, pois deve determinar quem sugeriu o requisito, porque ele existe e com quais outros requisitos ele está relacionado.

Para grandes sistemas, nos quais o número de requisitos a serem gerenciados é muito extenso, é necessário que os mesmos sejam armazenados em uma base de dados e sejam registradas as ligações entre os requisitos relacionados.

De acordo com El Emam (1997), nessa atividade de gerência de requisitos, alguns problemas devem ser enfrentados, dentre eles:

- Dificuldades em elicitar claramente as mudanças necessárias nos referidos requisitos e para manter consistente o documento de requisitos;

- Falta de experiência e habilidade para obter um consenso sobre as mudanças-chaves entre os *stakeholders* e estimar adequadamente os recursos necessários para implementar as mudanças nos requisitos.

Sem o gerenciamento dos requisitos não é possível garantir que as mudanças propostas venham a suportar os objetivos de negócio fundamentais do sistema, e que os documentos de requisitos sejam confiáveis e gerenciáveis, aspectos importantes para a obtenção de produtos de software de qualidade.

## 2.5 Documentação de Requisitos

Antes de iniciar uma especificação de requisitos, é importante definir um *template* do documento que deverá ser elaborado, visando a um entendimento comum do que deve ser produzido.

Dentre os mais utilizados, citam-se o *Template Volere* e o *Template IEEE STD 1998-830*, sendo empregados pelos analistas para apoiar o processo de levantamento de requisitos, já que apresentam uma estrutura para organizá-los no documento.

Geralmente, um documento de requisitos deve estabelecer, no mínimo, um glossário de termos no Udl (Universo de Informações), no *Volere* encontrado como Convenções para Nomes e Definições, e no *IEEE STD 1998-830* como Definições e Abreviações, além de uma lista de sentenças de requisitos, normalmente em linguagem natural não estruturada e organizada de diferentes maneiras, no *Volere* encontrado como Requisitos Funcionais e Requisitos Não-Funcionais e no *IEEE STD 1998-830* como Funções do Produto, Características dos Usuários e Restrições Gerais.

### 2.5.1 *Template Volere*

O *template Volere* foi desenvolvido por James e Suzanne Robertson (2009), sendo um modelo que parte do princípio da sumarização de experiências em desenvolvimento de software, para montagem de um modelo simples e completo, adequado para os atuais sistemas de software.

Basicamente, a estrutura do *template Volere* é composta por 27 seções, conforme apresentado na Tabela 3:

**TABELA 3 - ESTRUTURA DO *TEMPLATE VOLERE*  
(ROBERTSON e ROBERTSON, 2009)**

| Seção   | Conteúdo   |
|---|--|
| <b>DIRETRIZES DE PROJETO</b>                                  |  |
| 1 - Propósito do Produto                                      | razão para desenvolver e vantagem competitiva a ser obtida                       |
| 2 - Comprador, Cliente e Interessados ( <i>stakeholders</i> ) | peçoas com interesse no produto  |
| 3 - Usuários do Produto                                       | usuários finais e o efeito que causam na usabilidade                             |
| <b>RESTRICÇÕES DE PROJETO</b>                                 |  |
| 4 - Restrições Necessárias                                    | limitações sobre o projeto e restrições quanto ao desenho do produto             |
| 5 - Convenções para Nomes e Definições                        | o vocabulário do produto   |
| 6 - Fatos e Suposições Relevantes                             | influências exteriores que fazem alguma diferença para o produto                 |
| <b>REQUISITOS FUNCIONAIS</b>                                  |  |
| 7 - O escopo do Trabalho                                      | coisas que os desenvolvedores presumem   |
| 8 - O escopo do Produto                                       | limites e conexões com sistemas adjacentes                                       |
| 9 - Requisitos Funcionais e de Dados                          | coisas que o produto deve fazer e os dados manipulados pelas funções             |
| <b>REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS</b>                              |  |
| 10 - Requisitos Sensoriais                                    | aparência, <i>look-and-feel</i>  |
| 11 - Requisitos de Usabilidade                                | baseados nos usuários pretendidos  |
| 12 - Requisitos de Desempenho                                 | quão rápido, grande, preciso, seguro, confiável etc.                             |
| 13 - Requisitos Operacionais                                  | o ambiente operacional pretendido para o produto                                 |
| 14 - Requisitos de Manutenibilidade e Portabilidade           | quão mutável ou atualizável o produto precisa ser                                |
| 15 - Requisitos de Segurança                                  | segurança, confidencialidade e integridade do produto                            |
| 16 - Requisitos de Cultura e Política                         | fatores humanos  |
| 17 - Requisitos Legais  | conformidade com as leis aplicáveis  |
| <b>ASSUNTOS DE PROJETO</b>                                    |  |
| 18 - Questões em Aberto                                       | aspectos não resolvidos que podem afetar o sucesso do produto                    |
| 19 - Soluções Prontas   | componentes que podem ser comprados, ao invés de serem desenvolvidos             |
| 20 - Novos Problemas  | causados pela introdução do novo produto   |
| 21 - Tarefas  | coisas a serem feitas para que o produto possa ser produzido                     |
| 22 - Portes   | tarefas de conversão a partir de sistemas existentes                             |
| 23 - Riscos   | riscos que o projeto provavelmente enfrentará                                    |
| 24 - Custos   | estimativas preliminares de custo ou esforço necessário para construir o produto |
| 25 - Documentação do Usuário e Treinamento                    | plano para construir as instruções e documentação para usuários                  |
| 26 - Sala de Espera   | requisitos que podem vir a ser incluídos em futuras versões do produto           |
| 27 - Ideias para Soluções                                     | ideias para novas soluções a serem desenvolvidas                                 |

Esse *template* sugere o uso do *requirements shell* (ficha de especificação de requisitos) para cada requisito identificado, podendo os requisitos serem funcionais, não-funcionais e de software. Nas fichas do Volere, são definidos a descrição, a razão, o critério de aceitação, as dependências, os conflitos, entre outros detalhes sobre cada um dos requisitos, conforme apresentado na Figura 11.

| Numero do Requisito             | Identificador único   | Tipo de requisito | Seção do modelo                   | Evento / Caso de uso    | Origem do evento ou caso de uso                       |
|---------------------------------|---|-------------------|-----------------------------------|-------------------------|---|
| Descrição                       | Uma sentença descritiva do significado do requisito                 |                   |                                   |                         |   |
| Justificativa                   | A importância da necessidade do requisito                           |                   |                                   |                         |   |
| Origem                          | Nome do autor do requisito  |                   |                                   |                         |   |
| Critério de aceitação           | Quantificação usada para verificar se a solução atende ao requisito |                   |                                   |                         |   |
| Índice de satisfação do cliente | Mede o desejo de ter o requisito implementado                       |                   | Índice de insatisfação do cliente |                         | Mede o índice de insatisfação se não há implementação |
| Prioridades                     | Grau de prioridade de implementação                                 |                   |                                   | Dependência e Conflitos | Outros requisitos que o afetam                        |
| Material de suporte             | Referência ao Material de Apoio                                     |                   |                                   |                         |   |
| Histórico                       | Data da criação e históricos de mudanças                            |                   |                                   |                         |   |

**Volere**  
Copyright © Atlantic Systems Guild

**FIGURA 11 - MODELO DA FICHA REQUISITO VOLERE (ROBERTSON e ROBERTSON, 2009)**

### 2.5.2 Template IEEE STD 1998-830

Esse padrão foi desenvolvido pelo *IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)*. O padrão *IEEE STD 1998-830* é baseado em um modelo de especificação de requisitos visando a evitar a ambiguidade, com uma abordagem ampla e completa. O objetivo principal desse padrão é criar especificações de requisitos aplicáveis a qualquer software.

O padrão em tela é composto por seções que devem ser analisadas e preenchidas, conforme o software a ser desenvolvido. As seções incluem a introdução, a descrição geral e os requisitos específicos. Cada seção possui várias subseções, que aprofundam o nível de especificação do software, com destaque

para propósito do documento, escopo, perspectiva e funções do produto, características de usuários, restrições gerais e os requisitos.

Ele permite que os clientes venham a obter, exatamente, as suas necessidades e que os desenvolvedores compreendam, precisamente, o que clientes querem, além de seguir um padrão internacional de desenvolvimento de software, o qual enriquece ainda mais a qualidade do produto final, conforme Tabela 4.

**TABELA 4 - ESTRUTURA DO *TEMPLATE IEEE STD 1998-830*  
(IEEE, 1998)**

| <b>Seção</b>                               | <b>Conteúdo</b>   |
|--|---|
| <b>1 – INTRODUÇÃO</b>                      |   |
| 1.1 - Propósito do Documento               | define o propósito do documento e os leitores a quem se destina   |
| 1.2 - Escopo do Produto                    | identifica o produto e especifica suas funções em alto nível de abstração   |
| 1.3 - Definições e abreviações             | provê explicações para todas as abreviações e termos utilizados ao longo do documento   |
| 1.4 – Referências                          | identifica outros documentos, como normas da qualidade  |
| 1.5 - Visão geral do restante do documento | explica a organização do texto  |
| <b>2 - DESCRIÇÃO GERAL</b>                 |   |
| 2.1 - Perspectiva do Produto               | explica a relação do software com outros componentes do sistema. Fazem parte desta seção a descrição de interfaces com outros software, com redes, com hardware e com usuários, além de requisitos de memória e de operação |
| 2.2 - Funções do Produto                   | descreve as funções a serem desempenhadas   |
| 2.3 - Características do Usuário           | descreve exigências em relação aos usuários, tais como conhecimento prévio para operar o software ou necessidades de treinamento  |
| 2.4 - Restrições Gerais                    | quaisquer limitações para os desenvolvedores, como limitações do hardware ou leis específicas   |
| 2.5 - Suposições e Dependências            | descreve exigências que, se forem modificadas, terão um impacto sobre os requisitos   |
| 2.6 - Requisitos Adiáveis                  | requisitos que podem ser exigidos em uma versão futura do software  |
| <b>3 - REQUISITOS ESPECÍFICOS</b>          | essa seção deve apresentar um detalhamento dos requisitos em nível que permita sua implementação  |
| Apêndices                                  |   |
| Índice                                     |   |

## 3 MÉTRICAS DE SOFTWARE

Em um projeto de produto de software, a Métrica de Software vem a ser um fator importantíssimo para o mesmo, pois corresponde às medidas quantitativas e de complexidade (quantidade, dimensão, capacidade ou tamanho), que permitem os desenvolvedores terem uma noção da eficácia aplicada a um sistema de software, processo ou documentação relacionada.

A métrica de software é uma ferramenta importante gerencial que contribui para a elaboração de estimativas de prazo, custo mais preciso e o estabelecimento de metas plausíveis, facilitado assim o processo de tomada de decisões e a posterior obtenção de medidas de produtividade e qualidade.

### 3.1 Definição e sua Importância

No âmbito aplicado da Engenharia de Software, a medida é um valor de uma métrica, e a métrica é a composição de métodos para medição e escalas de medição.

Segundo Fenton e Pfleeger (1997), medição de software é o processo através do quais números e símbolos são abstraídos do mundo real, de forma a tornar possível caracterizar cada entidade, por meio de regras claramente definidas.

A medição ocorre mediante a aplicação de métricas de processos, produtos e serviços. Por sua vez, a Métrica de Software fornece aos desenvolvedores de software um mecanismo para quantificar e avaliar um produto de software, além de prever os recursos necessários a um projeto e os artefatos relevantes ao esforço de desenvolvimento.

Um software é medido por várias razões:

- Indicar a qualidade do produto;
- Obter a produtividade do pessoal;
- Medir os benefícios de novos métodos e ferramentas, produtividade e qualidade;

- Receber uma base para estimativas;
- Apoiar solicitações de novas ferramentas.

Conforme Park, Goethert e Florac (1996) *apud* Pressman (2001), há quatro propósitos para medir um software:

- Caracterizar – obter o domínio do problema e estabelecer marcos referenciais básicos, para comparação com futuras avaliações;
- Avaliar – verificar o cumprimento e obter o *status* do andamento das tarefas do projeto, sendo a medida, um sensor que possibilita saber se está dentro ou fora do que foi previsto;
- Prever ou analisar – obter o entendimento das relações entre processos e produtos, construir modelos dessas relações, de modo que os valores observados para alguns atributos possam ser usados para prever outros. Isso é feito para que possa estabelecer metas exequíveis de custo, cronograma e qualidade;
- Aperfeiçoar – coletar informação quantitativa para ajudar a identificar bloqueios, causas fundamentais, ineficiências e outras oportunidades para melhorar a qualidade do produto e o desempenho do processo.

Para verificar a importância da Métrica de Software basta apenas citar o escrito por Tom Gilb *apud* Pressman (2001), “*Métricas de software permitem que você saiba quando rir e quando chorar*”.

### **3.2 Medição na Engenharia de Software**

A Engenharia de Software descreve uma coleção de técnicas que se aplicam na construção e suporte de um produto de software, incluindo as atividades de: gerenciamento e elaboração de custos, planejamento, modelagem, análise, especificação, projeto, implementação, teste e manutenção, devendo todas elas serem entendidas e controladas. Segundo DeMarco (1982) *apud* Fenton e Pfleeger (1997), “*você não pode controlar o que você não pode medir*”, conseqüentemente a

medição na Engenharia de Software é um dos fatores importantes, para a geração de um produto de software com qualidade.

O ato de medir é realizado para entender, controlar e aperfeiçoar o processo de desenvolvimento de software, possibilitando visualizar o processo de desenvolvimento e a manutenção de software (Fenton e Pfleeger, 1997).

### **3.2.1 Métricas de Funcionalidade**

Conforme mencionado por Pressman (2001), o objetivo das métricas de um projeto de software é duplo: primeiro, o gerenciamento refere-se à utilização das métricas visando minimizar o cronograma de desenvolvimento, fazendo os ajustes necessários para evitar atrasos, problemas e riscos em potencial; segundo, a qualidade, as métricas de projetos de software são usadas com o objetivo de avaliar a qualidade do produto, durante sua evolução e quando for necessário modificar a abordagem técnica para aperfeiçoar a qualidade, minimizando os defeitos, à medida que a contagem desses, decresce. A quantidade de retrabalho durante o projeto é também reduzida, conseqüentemente levando à diminuição do custo total do projeto.

Como resultado da Métrica de Software, o entendimento sobre o software é ampliado, possibilitando obter o conhecimento sobre (Peters e Pedrycz, 2001):

- Custo, que afeta um planejamento relevante para os projetos futuros;
- Testabilidade e manutenibilidade de processos e produtos atuais;
- Eficácia de um produto de software;
- Problemas a serem identificados em relação às atividades atuais;
- Qualidade do processo e do produto direcionado a atributos, como confiabilidade, portabilidade e manutenibilidade do sistema de software fornecido;
- Funcionalidade e facilidade de utilização de um produto, sob o ponto de vista do usuário.

As medidas podem ser categorizadas em Medidas Diretas, sendo essas realizadas em termos de atributos observados (geralmente através de



contagem, por exemplo: custo, esforço, KLOC, número de páginas, número de diagramas, entre outros); Medidas Indiretas, obtidas (derivadas) mediante outras métricas (por exemplo: complexidade, confiabilidade, manutenibilidade, eficiência e outros); Medidas de Controle, geralmente associadas a processos de software; e Medidas Preditivas, associadas a produtos de software. Por exemplo:

- Medida direta sobre o produto: tamanho;
- Medida direta sobre o processo: tempo;
- Medida indireta sobre o produto: confiabilidade;
- Medida indireta sobre o processo: produtividade da equipe;
- Medida de controle: esforço e o tempo médio requeridos para reparar defeitos relatados;
- Medida preditiva: complexidade ciclomática de um módulo, o tamanho médio de identificadores em um programa e o número de atributos e operações associadas aos objetos em um projeto.

A Métrica, quando aplicada ao produto de software, corresponde a valores que podem ser calculados para o documento, independentemente, da forma como ele será produzido. Geralmente eles são relacionados à estrutura do código-fonte, mas poderiam ser definidos a partir de outros documentos, como exemplo o número de parágrafos na especificação de requisitos como uma métrica, ou algo semelhante aplicado no documento de requisitos.

A Métrica, quando aplicada ao processo, visa à produtividade, sendo essa calculada pela divisão do total das linhas de código-fonte entregue pelos programadores em um determinado projeto, como o LOC/programador/dia.

### **3.2.2 Complexidade**

A complexidade é uma métrica que permite mensurar o quanto um software, normalmente uma parte dele (módulo, método ou função), é de fácil legibilidade (compreensão), ou então, o quão complexo pode tornar-se, caso contenha um elevado número de aninhamentos de laços e comandos de decisão,

em um dado programa ou funcionalidade, conforme citado por Koscianski e Soares (2006).

Segundo McCabe (1976) *apud* Peters e Pedrycz (2001), a complexidade é a quantificação do número de caminhos independentes em um programa, que fornece uma indicação de sua manutenibilidade e testabilidade.

A medição da complexidade de um software pode ser focada em dois segmentos:

- Medir a complexidade do problema:
  - Funções que o software realizará;
  - Domínio da informação;
  - Complexidade do algoritmo.
- Medir a complexidade do produto:
  - Diretamente do código-fonte baseada em LOC (*Lines of Code*).

Para exemplificar a aplicação dessa medida de complexidade, Thomas McCabe, em 1976, criou a teoria da complexidade ciclomática, também chamada de Método Ciclomático ou Medida de Complexidade de McCabe, técnica que consiste em contar as regiões de um grafo (área fechada em seus limites ou toda a área externa que cerca o grafo) resultante da análise do código-fonte, feita por ferramentas que implementam o método, visando a contar o número de decisões, na representação do diagrama de fluxo do método. A partir da análise realizada, resulta um número chamado NC - Número e complexidade.

A Tabela 5 apresenta os resultados do NC baseados em desvios, sendo então o NC, um indicador de problemas (previsor de falhas), pois caso o número de desvios de um programa cresça, a complexidade aumentará e o número de falhas tenderá a ampliar.

**TABELA 5 - NÚMERO E COMPLEXIDADE APLICADA A UM MÓDULO/PROGRAMA**

| <b>Número de Desvios</b> | <b>Complexidade</b>                                     |
|--------------------------|---|
| De 1 a 5                 | Considerado simples sem muito riscos                    |
| De 6 a 10                | Normal. Se for bem projetado não deverão ocorrer falhas |
| De 11 a 20               | Complexo. Prováveis problemas                           |
| Maior que 20             | Altamente complexo. Extremamente problemático.          |

A teoria dos grafos usa a fórmula  $C = e - n + 1$  para calcular o número ciclomático e McCabe usa a fórmula modificada para a teoria da complexidade ciclomática,  $C = e - n + 2p$ , sendo:

$e$  = número de arcos do grafo

$n$  = número de nós do grafo

$p$  = número de componentes fortemente conectados (que normalmente é 1)

Mas, calcular o número ciclomático, a partir do grafo de controle de fluxo, requer muito tempo e construir o grafo de controle de fluxo, partindo-se de um grande programa, gastaria um tempo proibitivo.

McCabe encontrou um método mais direto para calcular essa medida, em que o número de regiões, comumente, é igual a uma a mais do que o número de decisões no programa, sendo  $C = \Pi + 1$ , onde  $\Pi$  é o número de decisões (num código-fonte, os comandos IF, CASE, WHILE e FOR).

Essencialmente, essa métrica mede o número de caminhos linearmente independentes de um programa. A forma e o número desses caminhos estão fortemente relacionados às dificuldades previstas, durante os testes e manutenção do software.

### **3.3 Tipos de Métricas**

Serão apresentadas no presente subcapítulo, duas métricas utilizadas na Engenharia de Software, citando suas principais definições e conceitos.

#### **3.3.1 Métrica por Ponto de Função**

A Métrica por Ponto de Função consiste em uma métrica, na qual é possível definir os elementos que poderão ser contabilizados, através dos requisitos do sistema gerados nos estágios iniciais do ciclo de vida, capturando o tamanho do

software mediante suas características funcionais independentemente da tecnologia utilizada, ou seja, busca avaliar o que o software faz, e não, como ele foi construído. Possibilita medir as funcionalidades de um software e mensurar o esforço, prazo e custo para sua construção, sob a ótica de seu usuário.

Na métrica orientada, a função foi inicialmente proposta por Allan Albrecht, em 1979, sugerindo uma medida chamada ponto de função. Pontos de função são originados de medidas diretas do domínio de informação do software e avaliação da complexidade do software, os quais ganharam uma crescente popularidade, a partir da criação do IFPUG - *International Function Point Users Groups*, em 1986, e em 2002, passou a ser reconhecido como padrão internacional através da norma ISO/IEC 20926 (Pressman, 2001).

Em Carvalho, Chiossi e Drach (2006), essa métrica pode ser utilizada como uma ferramenta adicional para identificar requisitos omissos, assegurar a sua totalidade e revelar potenciais defeitos, pois quando se realiza uma contagem de Pontos de Função (PF), todos os requisitos funcionais conhecidos são analisados, ponderados e contados. É durante a realização dessa análise, que a maioria das falhas e omissões é identificada.

Empiricamente, as principais técnicas de estimativa de projetos de desenvolvimento de software assumem que o tamanho de um software é um vetor importante, para a determinação do esforço de construção. Assim, saber o seu tamanho é um dos primeiros passos do processo de avaliação da jornada a ser empreendida, dos prazos e dos custos. Entretanto, é importante ressaltar que pontos de função não medem, diretamente, esforço, produtividade ou custo. Eles são, exclusivamente, uma medida do tamanho funcional do software. Esse tamanho, em conjunto com outras variáveis, é que poderá ser usado para avaliar produtividade, estimar esforço e precificar custos.

Também foi observado em Carvalho, Chiossi e Drach (2006), que essa métrica fornece suporte para verificação dos requisitos não-funcionais que, apesar de marcantes no projeto como um todo, em geral, somente são avaliados, em estágios posteriores no ciclo de vida de desenvolvimento.

É possível obter, através da análise das características gerais do sistema (que incluem desempenho, volume de transações etc.), informações valiosas tais como: a necessidade de uma disponibilidade total do sistema (24 horas

por dia, nos 7 dias da semana) devido à carga de transações, ou a proteção especial contra perda de dados, ainda em estágios iniciais do projeto.

Para utilização da Métrica por Ponto de Função, serão necessários envolver:

- **Contagem das Funções Tipo Dado** – considera as funções que representam as funcionalidades fornecidas ao usuário e que atendam os requisitos de dados internos e externos. Os elementos da contagem para funções tipo dado são:
  1. *Arquivos Lógicos Internos (ALI)*: grupo de dados logicamente relacionados ou informações de controle identificável pelo usuário e mantido dentro da fronteira da aplicação, cujo objetivo principal seja o armazenamento de dados, através de um ou mais processos elementares da aplicação sendo medida;
  2. *Arquivos de Interface Externa (AIE)*: grupo de dados logicamente relacionados ou informações de controle identificável pelo usuário e referenciado por uma aplicação, mas mantido dentro da fronteira de outra aplicação, cujo objetivo principal seja o armazenamento de dados referenciados, através de um ou mais processos elementares dentro da aplicação sendo medida. Um AIE contado para uma aplicação, deve ser contado como um ALI de outra aplicação.
- **Contagem das Funções Tipo Transação** – considera as funções que representam as funcionalidades fornecidas ao usuário, para o processamento de dados de uma aplicação. Os elementos da contagem para funções tipo transação são definidos como:
  1. *Entrada Externa (EE)*: processo elementar de dados ou informações de controle que se originam de fora da fronteira da aplicação, cujo objetivo principal seja a manutenção de um ou mais ALIs e/ou alteração do comportamento do sistema;
  2. *Saída Externa (SE)*: processo elementar de dados ou informações de controle que são enviados para fora da fronteira da aplicação, cujo objetivo principal seja a apresentação de informações ao usuário, através de lógica de processamento ou a recuperação de dados ou controle de informação. A lógica de processamento deve

conter, no mínimo, uma fórmula ou cálculo matemático, ou criação de dados derivados. Deve também manter um ou mais ALIs e/ou alterar o comportamento do sistema;

3. *Consulta Externa (CE)*: processo elementar de dados ou informações de controle que são enviados para fora da fronteira da aplicação, cujo objetivo principal seja a apresentação de informações ao usuário, através de recuperação de dados ou informações de controle de um ALI ou AIE; a lógica de processamento não deve conter fórmulas ou cálculos matemáticos, nem a criação de dados derivados; nenhum ALI é mantido, nem o comportamento do sistema é alterado.

- **Procedimento de Contagem** – realizado após a identificação dos ALIs e AIEs, deve-se determinar a complexidade de cada tipo funcional, baseado na contagem dos seguintes tipos elementares:
  - Tipos de Elementos de Dados (TED): campo único não repetido e reconhecido pelo usuário;
  - Tipos de Elementos de Registros (TER): subgrupo único de elementos de dados não repetido e reconhecido pelo usuário, dentro de um ALI ou AIE.

Após a identificação dos EEs, SEs e CEs, deve-se determinar a complexidade de cada tipo funcional, baseada na contagem dos seguintes tipos elementares:

- Tipos de Elementos de Dados (TED): campo único não repetido e reconhecido pelo usuário;
- Tipos de Arquivos Referenciados (TAR): ALI lido ou mantido por uma função transacional ou um AIE lido por uma função transacional.

Após as contagens, aplicam-se pesos para obtenção do Grau de Complexidade Funcional. A cada função será atribuído um número de pontos, segundo seu tipo e complexidade funcional relativa, proposta por Albrecht:

TABELA 6 - COMPLEXIDADE FUNCIONAL RELATIVA

| Tipo de Função               | Complexidade Funcional Relativa |       |          |
|------------------------------|---------------------------------|-------|----------|
|                              | SIMPLES                         | MÉDIA | COMPLEXA |
| Arquivo Lógico Interno       | 7                               | 10    | 15       |
| Arquivo de Interface Externa | 5                               | 7     | 10       |
| Entrada Externa              | 3                               | 4     | 6        |
| Saída Externa                | 4                               | 5     | 7        |
| Consulta Externa             | 3                               | 4     | 6        |

- **Cálculo do Valor de Ponto de Função Não-Ajustado** - baseado no grau de complexidade dos tipos funcionais, obtém o valor de Pontos de Função Não-Ajustados (PFNA), para cada elemento funcional. Os graus de complexidade ou pesos podem ser considerados Baixo ( $W_B$ ); Médio ( $W_M$ ); ou Alto ( $W_A$ ). O valor de PFNA de cada elemento funcional é calculado, multiplicando-se o número de elementos encontrados para cada complexidade pelo respectivo número de Pontos de Função equivalente. Por fim, o valor total de PFNA é calculado somando-se os valores de PFNAs obtidos para cada elemento funcional. Por exemplo, para o cálculo de PFNA das EEs, deve-se aplicar a seguinte fórmula:

$$PFNA_{EE} = EE_{WB} * \sum EE_B + EE_{WM} * \sum EE_M + EE_{WA} * \sum EE_A.$$

Por exemplo, para o cálculo do PFNA das EEs, deve-se considerar o grau 3 para complexidade baixa, grau 4 para complexidade média e grau 6 para complexidade alta. Dessa forma, se uma aplicação tem 2 EIs de grau de complexidade baixa, 3 de complexidade média e 1 de complexidade alta, o PFNA correspondente será:

$$PFNA = 2 * 3 + 3 * 4 + 1 * 6 = 24$$

Assim, o PFNA total será calculado pela fórmula:

$$PFNA = PFNA_{ALI} + PFNA_{AIE} + PFNA_{EE} + PFNA_{SE} + PFNA_{CE}$$

O valor de PFNA pode ser considerado a primeira estimativa válida de Pontos de Função. Seu valor poderá ainda ser ajustado, para refletir fatores do ambiente e fatores técnicos que influenciam, de alguma forma, o tamanho funcional da aplicação.

- **Determinação do Fator de Ajuste do Valor.** O Fator de Ajuste do Valor (FAV) é baseado em 14 Características Gerais do Sistema (CGS), que medem o Grau Total de Influência (GTI) do ambiente, conforme as diretrizes definidas pelo Manual Prático de Contagem do método. Cada característica está associada a uma descrição, que auxilia a determinação do grau de influência. Um peso, que varia de 0 (sem influência) a 5 (forte influência), deve ser atribuído a cada CGS, e a soma deles resulta no valor do GTI.

Por exemplo, “comunicação de dados” trata do grau com que a aplicação se comunica com o processador. As 14 CGSs são resumidas no FAV que, quando aplicado, corrige o valor de PFNA em cerca de +/- 35 %, produzindo o valor de Pontos de Função Ajustados (PFA). O grau total de influência é calculado por:

$$\text{GTI} = \sum_{i=1}^{14} \text{peso}_i \text{ (CGS)}$$

O valor de FAV é então obtido pela fórmula:

$$\text{FAV} = (\text{GTI} * 0,01) + 0,65$$



TABELA 7 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SISTEMA

| Características do Sistema            |
|---------------------------------------|
| F1: Backup                            |
| F2: Comunicação Dados                 |
| F3: Funções Distribuídas              |
| F4: Desempenho Crítico                |
| F5: Intensivamente Utilizado          |
| F6: Entrada On-line                   |
| F7: Múltiplas Telas                   |
| F8: Arquivos Atualizados On-line      |
| F9: Entrada/Saída/Consultas Complexas |
| F10: Processamento Complexo           |
| F11: Código Reusável                  |
| F12: Conversão Incluída               |
| F13: Múltiplas Organizações           |
| F14: Facilidade de Uso                |

- **Cálculo do Valor de Ponto de Função Ajustado** - projetos de desenvolvimento requerem que os pontos de função, para as funções disponíveis após a implantação e para as funções de conversão de dados, sejam contabilizados de forma separada, conforme a fórmula:

$$PFA = (PFNA + PFNAFC) * FAV$$

Onde:

PFA: Pontos de Função Ajustados do projeto de desenvolvimento;

PFNA: Pontos de Função Não-Ajustados das funções disponíveis após a implantação;

PFNAFC: Pontos de Função Não-Ajustados das funções de conversão;

FAV: Fator de Ajuste do Valor.

O interessante da Métrica por Ponto de Função é que a mesma independe de uma linguagem de programação e pode ser facilmente obtida, no início do ciclo de desenvolvimento de um projeto de desenvolvimento de software.

### 3.3.2 Métrica por Pontos de Casos de Uso

Em 1993, Gustav Karner, da *Objetory* (hoje *Rational Software*) criou uma variação dos Pontos de Função específica para medição da funcionalidade contida em casos de uso, originando então, os *Use Case Points*.

Essa métrica permite realizar estimativas no início do projeto, com base no Diagrama de Casos de Uso. A ideia empregada baseia-se em dois métodos bastante utilizados - o mecanismo de Pontos de Função e uma metodologia conhecida como Mk II – *Mark II Function Points Analysis*, uma adaptação da técnica de PFs muito utilizada na Inglaterra.

Os passos necessários para a geração da estimativa, de acordo com o método de Pontos de Casos de Uso, são descritos a seguir:

- **Contagem dos Atores:** o Peso total dos Atores Não-Ajustados (UAW) é calculado, como sendo o somatório do produto de cada Tipo de Ator pelo respectivo Peso (ator simples com peso 1, ator médio com peso 2 e ator complexo com peso 3), de acordo com a fórmula:

$$PANA = As * PAs + Am * PAm + Ac * PAc$$

Por exemplo, se o ator é outro sistema acessado, através de uma API de programação, ele é classificado como simples.

**TABELA 8 - PESOS DE ATORES**

| Tipo de Ator | Peso | Descrição  |
|--------------|------|--|
| Simple       | 1    | Outro sistema acessado através de uma API de programação                                     |
| Médio        | 2    | Outro sistema interagindo através de um protocolo de comunicação, como TCP/IP ou FTP         |
| Complexo     | 3    | Um usuário interagindo através de uma interface gráfica ( <i>stand alone</i> ou <i>Web</i> ) |

- **Contagem dos Casos de Uso:** o Peso total dos Casos de Uso Não-Ajustados (PCUNA) é calculado de acordo a complexidade envolvida, conforme as seguintes regras:
  - CUS: Um Caso de Uso simples contém uma funcionalidade simples como uma interface de usuário simples, que manipula

apenas uma entidade de banco de dados, ou contém 4 ou menos cenários principais ou caminhos de execução. Nesse caso, considera-se um peso simples (CUWS) igual a 5, para o caso de uso;

- CUM: Um Caso de Uso médio contém uma funcionalidade que envolve mais desenho de interface que um CUS, o qual manipula duas ou mais entidades de banco de dados, ou contém de 5 a 8 cenários principais ou caminhos de execução, então considera-se um peso médio (CUWM) igual a 10, para o caso de uso;

- (CUC): Um Caso de Uso complexo contém uma funcionalidade difícil, envolvendo uma interface de usuário complexa, que manipula três ou mais entidades de banco de dados ou contém 8 ou mais cenários principais ou caminhos de execução, então considera-se um peso complexo (CUWC) igual a 15, para o caso de uso.

Assim, a contagem dos Casos de Uso é dada pela seguinte fórmula:

$$PCUNA = CUWS * PCUS + CUWM * PCUM + CUWC * PCUC$$

TABELA 9 - PESOS DE CASOS DE USO POR QUANTIDADE DE TRANSAÇÕES

| Tipo de Caso de Uso | Número de Transações | Peso |
|---------------------|----------------------|------|
| Simple              | Até 3                | 5    |
| Médio               | 4 a 7                | 10   |
| Complexo            | 7 ou mais            | 15   |

- **Cálculo do Peso total Não-Ajustado (CPNA)** - realizado através do somatório entre os pesos de Atores e Casos de Uso calculados pelas fórmulas, contagem dos atores (PANA) e contagem de casos de uso (PCUNA), ou seja:

$$CPNA = PANA + PCUNA$$

- **Cálculo do Fator de Ajuste** - constituído de duas partes:
  - Cálculo de Fator de Complexidade Técnica (FCT), o qual cobre uma série de requisitos funcionais do sistema;

**TABELA 10 - PESOS DE FATORES TÉCNICOS**

| <b>Fator</b> | <b>Requisito</b>                     | <b>Peso</b> |
|--------------|--------------------------------------|-------------|
| T1           | Sistema distribuído                  | 2           |
| T2           | Tempo de Resposta                    | 2           |
| T3           | Eficiência                           | 1           |
| T4           | Processamento complexo               | 1           |
| T5           | Código reusável                      | 1           |
| T6           | Facilidade de instalação             | 0.5         |
| T7           | Facilidade de uso                    | 0.5         |
| T8           | Portabilidade                        | 2           |
| T9           | Facilidade de mudança                | 1           |
| T10          | Concorrência                         | 1           |
| T11          | Recursos de segurança                | 1           |
| T12          | Acessibilidade para terceiros        | 1           |
| T13          | Requerimento de treinamento especial | 1           |

- Cálculo de Fator de Ambiente (FA), cobre requisitos não-funcionais associados ao processo de desenvolvimento, tais como experiência da equipe, motivação e estabilidade do projeto.

**TABELA 11 - PESOS DE FATORES AMBIENTAIS**

| <b>Fator</b> | <b>Requisito</b>                               | <b>Peso</b> |
|--------------|--|-------------|
| E1           | Familiaridade com RUP ou outro processo formal | 1.5         |
| E2           | Experiência com a Aplicação em desenvolvimento | 0.5         |
| E3           | Experiência em Orientação a Objetos            | 1           |
| E4           | Presença de analista experiente                | 0.5         |
| E5           | Motivação                                      | 1           |
| E6           | Requisitos estáveis                            | 2           |
| E7           | Desenvolvedores em meio-expediente             | -1          |
| E8           | Linguagem de programação difícil               | 2           |

Esses dois tipos de fatores geram multiplicadores distintos e devem ser aplicados ao CPNA, calculado anteriormente. Para o cálculo de FCT é usada a fórmula:

$$\mathbf{FCT = 0,6 + (0,01 * TFactor)}$$

onde, TFactor corresponde ao somatório dos níveis de influência (valores de 0 a 5, do menos para o mais influente), atribuídos a cada

fator (T1 a T13), multiplicados pelo seu peso correspondente, conforme a fórmula:

$$\mathbf{TFactor} = \sum_{i=1}^{13} \mathbf{peso}_i \mathbf{(FCT)}$$

O cálculo de EF é feito, através da fórmula:

$$\mathbf{EF} = \mathbf{1,4} + \mathbf{(-0,03 * EFactor)}$$

onde, EFactor corresponde ao somatório dos níveis de influência (valores de 0 a 5, do menos para o mais influente), atribuídos a cada fator (E1 a E8), multiplicados pelo seu peso correspondente, conforme a fórmula:

$$\mathbf{EFactor} = \sum_{i=1}^8 \mathbf{peso}_i \mathbf{(FA)}$$

- **Cálculo dos Pontos de Casos de Uso Ajustados (CPCUA)** - é obtido, multiplicando-se o peso total não-ajustado (CPNA) pelo fator de ajuste (FCT \* FA), como segue:

$$\mathbf{CPCUA} = \mathbf{CPNA * FCT * FA}$$

## 4 COMPLEXIDADE DE REQUISITOS

Encontra-se no dicionário da Língua Portuguesa Michaelis, o termo complexo como *“o que abrange ou encerra muitos elementos ou partes, ou o que pode ser considerado sob os vários pontos de vista, ou simplesmente o que é complicado ou dificultoso”*; sobre o termo complexidade, a definição encontrada é *“qualidade do que é complexo”*.

Com base na pesquisa realizada, é possível caracterizar a Complexidade de Requisitos como a definição do grau de dificuldade em se interpretar, especificar, entender e implementar um conjunto de requisitos, que é influenciado diretamente pela quantidade de variáveis e procedimentos pertinentes aos requisitos, bem como as relações de dependências ou acoplamentos entre eles.

### 4.1 Abordagens da Engenharia de Software para o Tratamento da Complexidade

A Engenharia de Software consiste na aplicação de teorias, métodos e ferramentas nas situações apropriadas, envolvendo o uso de modelos abstratos e precisos, ocupando-se de todos os aspectos da produção de um software (especificar, projetar, implementar e manter sistemas de software), desde os estágios iniciais de especificação do sistema até a manutenção desse sistema (Sommerville, 2003).

A complexidade de requisitos empregada na Engenharia de Software é aplicada em toda a fase inicial do seu processo de construção, especificamente em sua subárea, Engenharia de Requisitos, possibilitando definir e classificar aquilo que deve ser realizado antes de começar a construir um sistema, ou seja, nas fases iniciais de um ciclo de vida de um projeto (Definição de Requisitos no Modelo Cascata ou *Waterfall*, Concepção ou Levantamento de Requisitos no Modelo Espiral, Coleta de Requisitos na Prototipação, Requisitos no USDP etc.), obtendo sua complexidade anteriormente às demais fases de um ciclo de vida.

Dentre as maneiras de se alcançar a complexidade de requisitos de um determinado sistema, independentemente do ciclo de vida de um projeto a ser utilizado, os Casos de Uso possibilitam evidenciar a complexidade do projeto, formalizar o escopo a ser contratado, facilitar a comunicação entre a equipe e o cliente. A apresentação dos mesmos, em um Diagrama de Casos de Uso, é uma forma de representação simplificada e menos complexa do que a descrição de requisitos, possibilitando estimar o tamanho do projeto e visualizar a complexidade do sistema.

Um dos modos mais tradicionais de se medir um software, possibilitando apontar a sua complexidade, é através da utilização da Métrica por Pontos de Função e Métrica por Pontos de Casos de Uso, as quais envolvem em seu cálculo o fator de complexidade.

Na primeira técnica, a complexidade é estabelecida na contagem dos Arquivos Lógicos Internos (ALI) e Arquivos de Interface Externa (AIE), baseada em suas funcionalidades envolvendo os Tipos de Elementos de Dados (TED), os Tipos de Elementos de Registros (TER), os Tipos de Arquivos Referenciados (TAR) e a definição do Grau de Complexidade Funcional, por meio da atribuição de valores de 0 (menos complexo) a 5 (mais complexo), conforme os fatores de complexidade propostos por Albrecht.

Na segunda técnica, a complexidade é empregada na contagem dos atores e na quantidade de transações do caso de uso, sendo atribuídos valores na definição do Fator de Complexidade Técnica (FCT), o qual é estabelecido para um conjunto de requisitos do sistema.

A Métrica por Pontos de Casos de Uso pode vir a apresentar requisitos ambíguos ou ausentes, em que os casos de uso poderão estar altamente acoplados e os cenários serão bastante complexos, levando à dificuldade no teste e na classificação dos requisitos.

Os fatores de complexidades especificadas são classificados como subjetivos, uma vez que relacionam as medidas com “o seu valor para o usuário”. No entanto, Kanjilal, Sengupta e Bhattacharya (2009) desenvolveram um modelo baseado em métricas, que propõe ajudar a estimar, quantitativamente, a complexidade dos requisitos para a metodologia orientada a objetos, utilizando os modelos de projeto, como o Diagrama de Sequência e o Diagrama de Classes, para

auxiliar a validação das estimativas na fase de projeto e o gerenciamento de projetos de longo prazo.

Zhao, Tan e Zhang (2003), propõem um método para estimar custos através da concepção de requisitos, propondo um novo termo denominado *Path Complexity*, ou seja, Complexidade do Caminho, o qual indica uma métrica para medir o esforço de complexidade do software baseado no DER (Diagrama Entidade Relacionamento), mostrando toda estrutura do banco de dados em que uma entidade pode acessar outras entidades, devido a seus relacionamentos, e obter os dados relacionados a ela.

Quanto mais maneiras de a entidade acessar outras entidades, mais complexos são os requisitos que envolvem a mesma, podendo refletir na complexidade do sistema como um todo.

Portanto, segundo os autores, é possível quantificar os dados que podem ser utilizados no sistema de software, recebendo a métrica da complexidade e realizando a transformação do DER em um grafo, com a finalidade em obter o *Path Complexity* do vértice e também do DER, sendo que as entidades correspondem às vértices, e os relacionamentos, às arestas do grafo.

## **4.2 Complexidade na Engenharia de Requisitos**

A crescente evolução dos sistemas de software, em que a complexidade e o tamanho de seu conjunto de requisitos são fatores primordiais desse desenvolvimento, possibilita aperfeiçoar os métodos, técnicas e ferramentas já existentes e empregadas na Engenharia de Requisitos.

Um estudo empírico realizado por Regnell, Svensson e Wnuk (2008), descreve um caso de engenharia de sistemas no domínio do celular, baseado em experiências empregadas na Sony Ericsson, apresentando a complexidade de requisitos existentes no desenvolvimento desse produto.

Para o celular existe uma vasta gama de funcionalidades relacionadas (comunicação, aplicações de negócios, entretenimento etc.) e um conteúdo tecnológico complexo (tecnologia de rádio, tecnologia de memória, design de software, protocolos de comunicação, segurança, áudio e vídeo, gerenciamento



de direitos digitais, jogos, posicionamento, interfaces de sistemas externos etc.), além é claro, dos muitos e diversificados *stakeholders* existentes no projeto (clientes, usuários finais, desenvolvedores, empresas subcontratadas etc.).

O resultado do estudo mencionado é chamado pelos autores de *Very Large-Scale Requirements Engineering* (VLSRE), sugerido como uma nova ordem de magnitude aplicada na Engenharia de Requisitos, com base no tamanho do conjunto de requisitos (nesse artigo, o número de requisitos é usado para representar a complexidade, estando fortemente relacionada com a natureza das interdependências entre os requisitos), que são geridos por uma empresa desenvolvedora de sistemas, conforme apresentado na Tabela 13.

Outra questão também relatada por Regnell, Svensson e Wnuk é que um dos fatores responsáveis pela elevação da complexidade da engenharia de requisitos é um grande e diversificado conjunto de *stakeholders*, tanto externos, como internos à instituição, de acordo com a Tabela 12.

Alguns *stakeholders* são contados em milhões, como no exemplo desse estudo, os consumidores de diferentes segmentos do produto desenvolvido, enquanto outros são contados às centenas, como as operadoras de celular, em que ambos utilizam o mesmo produto de formas diferentes.

Nesse estudo empírico, os requisitos gerados pelos *stakeholders* internos e externos equivalem a dezenas de milhares. Os requisitos provenientes de *stakeholders* externos (chamados requisitos do mercado) estão separados, mas relacionados com os requisitos do sistema, que são entrada para o escopo da plataforma de um produto. Requisitos de mercado são principalmente gerados pelas operadoras que apresentam especificações com milhares de requisitos, as quais requerem a declaração de conformidade.

A fim de tornar viável o escopo, a plataforma dos requisitos do sistema é empacotada em centenas de características, que representam uma unidade menor, a qual pode estar dentro ou fora do escopo. Com o objetivo de suportar o desenvolvimento do produto, os recursos da plataforma são organizados em pacotes de configuração que melhoram com o tempo, em que mais recursos são implementados, para cada nova versão de plataforma.

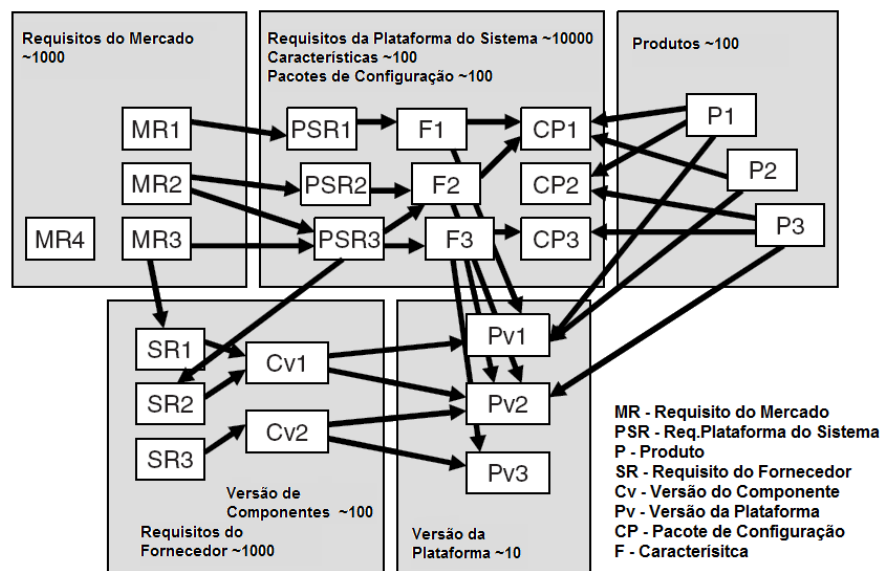
Os produtos são configurados através de conjuntos de pacotes de configuração, em conformidade com as regras de como eles possam ser combinados, com base em suas interdependências.

Todas as categorias de requisitos estão expressas em texto de linguagem natural e incluem um conjunto de atributos, de acordo com um modelo de requisitos de dados para um requisito de base de dados implementado, em uma ferramenta comercial de engenharia de requisitos.

A Figura 12 apresenta uma imagem simplificada dos diferentes tipos de requisitos e suas relações.

**TABELA 12 – EXEMPLO DE STAKEHOLDERS QUE GERAM REQUISITOS (REGNELL, SVENSSON e WNUK, 2008)**

| <i>Stakeholders Externos</i>                 | <i>Stakeholders Internos</i>                  |
|--|---|
| Competidores                                 | Acessórios                                    |
| Varejistas                                   | Atendimento ao Cliente                        |
| Legislação                                   | Pesquisa de Mercado                           |
| Acionistas                                   | Gerenciamento do Produto                      |
| Operadores                                   | Engenharia de Usabilidade                     |
| Provedores de Serviços                       | Produto, Aplicação e Planejamento do Conteúdo |
| Provedores de Conteúdo                       | Plataforma de Desenvolvimento (HW e SW)       |
| Consumidores de diferentes segmentos         | Desenvolvimento de Produtos (HW e SW)         |
| Órgãos de Normalização                       | Abastecimento, Fornecimento e Fabricação      |
| Subcontratados e fornecedores de componentes | Pesquisa Tecnológica e Desenvolvimento        |
|  | Marketing e Relação com os Clientes           |



**FIGURA 12 – ORDENS DE MAGNITUDE EM DIFERENTES ARTEFATOS DE UM CASO ESPECÍFICO DE VLSRE (REGNELL, SVENSSON e WNUK, 2008)**

Um conjunto de requisitos está fortemente relacionado com os produtos, que tendem a evoluir, e o portfólio de produtos, a crescer em tamanho, além das interdependências entre os requisitos, impulsionando a complexidade dos mesmos e ocasionando assim a migração de um nível de magnitude a outro.

Os níveis de magnitude SSRE e MSRE são classificados como escalas comuns, sendo geralmente os mais utilizados e os menos impactantes, quanto à sua magnitude.

Na migração de MSRE para LSRE, uma típica heurística para lidar com a gestão da complexidade de interdependência é o de empacotar os requisitos em pacotes, e assim, criar um nível maior de abstração, em que a interdependência entre esses pode ser controlada, com um razoável esforço. Ao realizar a transição de LSRE para VLSRE, supõem-se que a quantidade de pacotes ficará muito elevada e que o tamanho do pacote tornará demasiadamente grande, para permitir a gestão de interdependência com a eficácia desejada.

**TABELA 13 - QUATRO ORDENS DE MAGNITUDE EM ENGENHARIA DE REQUISITOS  
(REGNELL, SVENSSON e WNUK, 2008)**

| Abrev. | Nível   | Ordem de Magnitude | Gestão de Interdependência em relação à atual tecnologia em Engenharia de Requisitos  |
|--------|---|--------------------|---|
| SSRE   | Engenharia de Requisitos em Pequena Escala      | ~10 requisitos     | Gestão de um conjunto completo de interdependências, exigindo um pequeno esforço  |
| MSRE   | Engenharia de Requisitos em Média Escala        | ~100 requisitos    | Gestão de um conjunto completo de interdependências é praticável, mas exige um grande esforço   |
| LSRE   | Engenharia de Requisitos em Grande Escala       | ~1000 requisitos   | Gestão de um conjunto completo de interdependências é praticamente impossível, mas é praticável entre os pequenos pacotes de requisitos |
| VLSRE  | Engenharia de Requisitos em Escala Muito Grande | ~10000 requisitos  | Gestão de um conjunto completo de interdependências entre os pequenos pacotes de requisitos é inviável na prática                       |

A aplicação da métrica, envolvendo a complexidade de requisitos na Engenharia de Requisitos, vem crescendo, sendo explorada nos meios científicos e acadêmicos e estando presente em pesquisas e estudos empíricos sobre a mesma, mas, muitas delas, voltadas à qualidade do software e necessitadas, para o resultado final, do envolvimento da complexidade, que geralmente refere-se à complexidade do projeto ou do sistema.

## 5 MÉTRICA DE COMPLEXIDADE DE REQUISITOS

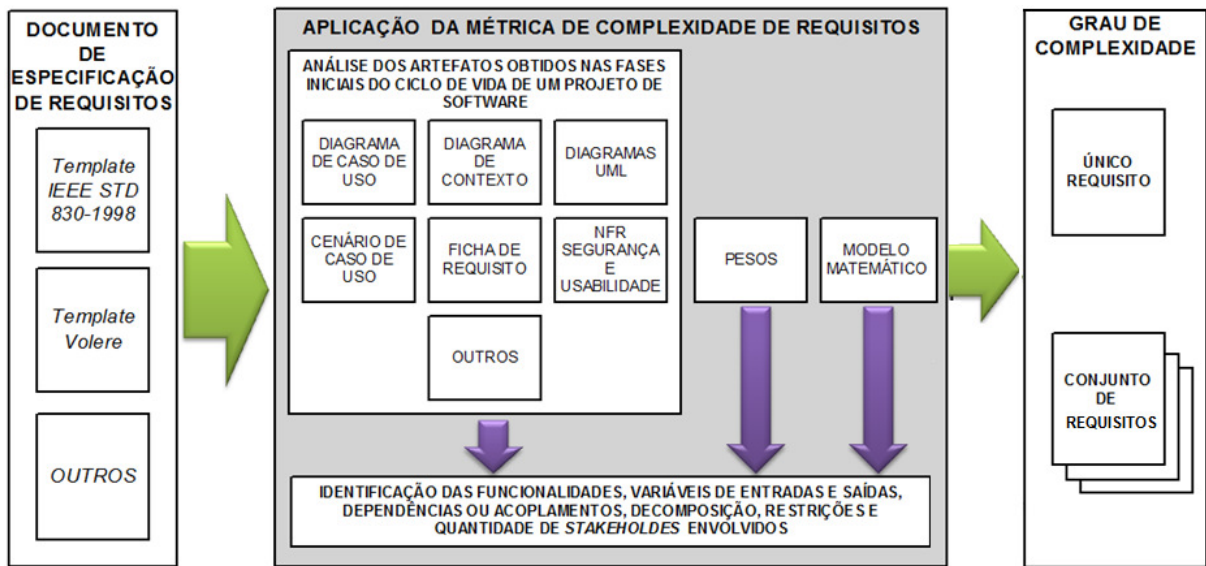
A crescente evolução de sistemas de software, em que a complexidade e o tamanho de seu conjunto de requisitos são fatores primordiais desse progresso, possibilita aperfeiçoar os métodos, técnicas e ferramentas já existentes e empregadas na Engenharia de Requisitos.

Atualmente, existem métricas para estimar tamanho e funcionalidade de sistemas de software, algo que era um desafio para as empresas de software, em décadas passadas, e as métricas como ponto de função e a pontos de caso de uso são empregadas com excelentes resultados para esse propósito, mas uma métrica de complexidade de requisitos de software ainda não havia sido proposta, então, propõe-se, através desse trabalho, a utilização da **Métrica de Complexidade de Requisitos Funcionais (MCRéF)**, direcionada para requisitos funcionais.

A MCRéF é uma métrica proposta para avaliar a complexidade de requisitos funcionais, possibilitando classificar o quão complexo é um requisito funcional, para a categoria de sistemas de informação.

Para a aplicação da métrica proposta é necessário obter, do Documento de Especificação de Requisitos, os artefatos ou diagramas gerados, possibilitando conhecer os principais fatores que influenciam na identificação dos requisitos funcionais, sendo: tratamento e identificação das funcionalidades, variáveis de entradas e saídas, dependências ou acoplamentos, decomposições, restrições e quantidade de *stakeholders* envolvidos.

Realizada a identificação desses fatores, especifica-os um pouco mais, passando assim a classificar os subfatores que influenciam na complexidade dos requisitos funcionais, nos quais se aplica o peso atribuído a cada subfator de complexidade, conforme estudo empírico para as características encontradas juntamente com o modelo matemático proposto, possibilitando, desse modo, obter o grau de complexidade de um único requisito: objetivo do trabalho em tela, e também, viabilidade, em estudos futuros, na obtenção do grau de complexidade do conjunto dos requisitos do projeto. A proposta da MCRéF encontra-se apresentada na Figura 13.



**FIGURA 13 – VISÃO GERAL DO PROCESSO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE COMPLEXIDADE DOS REQUISITOS COM A MCRéF**

## 5.1 Fatores de Complexidade de Requisitos Funcionais

Com base nos estudos de casos realizados para aplicação da métrica proposta, a MCRéF, foi possível identificar, no Documento de Especificação de Requisitos, os artefatos ou diagramas gerados, os fatores de complexidade que influenciam os requisitos funcionais, os quais estão descritos nas subseções a seguir.

### 5.1.1 Variáveis de Entrada e Saída

Representam valores a serem tratados ou utilizados para o atendimento do requisito, representados por identificadores, ou seja, um rótulo para cada variável. Classificam-se como:

- *Variável de Entrada* – variável existente no requisito que irá receber as informações provenientes de um ator ou de outro sistema, havendo a

necessidade de realizar o tratamento do valor dessa entrada, por exemplo, “f” para feminino ou “m” para masculino.

- *Variável de Saída* – variável de resultado do requisito, ou seja, após o processamento do dado, a informação resultante será apresentada ao solicitante, devendo tal valor ser tratado pela aplicação, por exemplo: a informação “f” obtida de um campo que armazena os dados referentes ao sexo deverá apresentar o resultado “feminino”, para o solicitante.

#### 5.1.1.1 Identificação da Complexidade no Requisito

- Requisito com grande número de variáveis possivelmente terá uma complexidade maior em comparação com requisitos com poucas variáveis, pois, estas, independentemente de serem de entrada ou saída, necessitam ser tratadas para apresentarem o resultado, a que se destinam;
- Quantidade de Restrições sobre as variáveis do Requisito, por exemplo:
  - Variáveis de entrada: data de nascimento não poderá ser maior ou igual à data atual; a altura e o peso não poderão receber valores negativos;
  - Variáveis de saída: a idade é obtida através da data de nascimento armazenada; o IMC é o resultado do peso/alt<sup>2</sup>.

#### 5.1.1.2 Artefatos de representação do fator em análise

- Diagrama de Classe
  - Atributos das classes;
- Diagrama de Fluxo de Dados
  - Quantidade de dados (entrada, saída, consulta, arquivo interno e arquivo externo);

- Diagrama de Entidade e Relacionamento
  - Atributos das Entidades;
  - Atributos dos Relacionamentos;
- Diagrama de Contexto, havendo a necessidade de nivelá-lo para melhor entendimento da sua funcionalidade
  - Quantidade de dados enviados ou recebidos pelas entidades externas.

### **5.1.2 Quantidade de Tipos de *Stakeholders* Envolvidos**

Conforme relatado por Regnell, Svensson e Wnuk (2008), um dos fatores responsáveis pela elevação da complexidade da engenharia de requisitos é um grande e diversificado conjunto de *stakeholders*, tanto externos, como internos ao sistema. Contudo, independentemente da contagem dos *stakeholders*, verifica-se a necessidade de classificar os tipos desses envolvidos, para assim, definir o seu envolvimento com o sistema.

#### **5.1.2.1 Identificação da Complexidade no Requisito**

- Quantidade de Atores representando certo tipo de *stakeholders* – possivelmente, uma grande variedade de *stakeholders* atribuída ao requisito terá uma complexidade maior em comparação a requisitos com poucos *stakeholders* envolvidos, pois estes deverão estar relacionados, no mínimo, com uma funcionalidade do sistema, precisando ser tratadas para apresentarem o resultado, a que se destinam;
- Quantidade dos níveis hierárquicos existentes para os atores – a cada nível hierárquico criado indica-se que há necessidade de especificar e tratar as funcionalidades disponibilizadas.

### 5.1.2.2 Artefatos de representação do fator em análise

- Diagrama de Casos de Uso
  - Atores;
  - Níveis hierárquicos existentes para os atores.

### 5.1.3 Quantidade de Interfaces Externas

A maneira de o sistema interagir com as pessoas, com o hardware do sistema, com outros sistemas ou com outros produtos é considerada recursos externos ao sistema, devendo ser tratados pelo sistema para sua utilização.

#### 5.1.3.1 Identificação da Complexidade no Requisito

- Quantidade de Atores representando dispositivos, como por exemplo: sensores, placas, atuadores etc. requerem tratamento para a interação junto ao sistema;
- Quantidade de Atores representando outros sistemas, apresenta a necessidade do desenvolvimento de alguma tecnologia para interação entre eles.

#### 5.1.3.2 Artefatos de representação do fator em análise

- Diagrama de Casos de Uso
  - Atores.



#### **5.1.4 Identificação / Tratamento das Funcionalidades**

Funcionalidade (ou atividade) pode ser definida como um comportamento ou uma atividade para a qual possam ser visualizados um início e um fim, isto é, algo passível de execução.

Por exemplo, a execução simples de uma funcionalidade chamada "Realizar Pedido" refere-se às atividades a serem efetuadas (criar pedido, verificar cliente, vincular produto, verificar estoque, calcular desconto, definir prazo de entrega etc.) que resulta na criação de uma instância da entidade/classe, "Pedido". É recomendável também apresentar, na descrição, o conjunto de pré-condições (por exemplo, cliente já cadastrado), para uma execução da funcionalidade, e as pós-condições (entrega do produto, gestão de garantia do produto, pós-venda etc.) que podem surgir dessa execução.

##### **5.1.4.1 Identificação da Complexidade no Requisito**

- Quantidade de funcionalidades existente para execução de um requisito;
- Condições necessárias estabelecidas em Pré-Condição do requisito;
- Condições necessárias estabelecidas em Pós-Condição do requisito;
- Requisitos que envolvem dependência ou acoplamento de funcionalidades de outros requisitos.

##### **5.1.4.2 Artefatos possíveis de identificação**

- Diagrama de Classe
  - Operações.
- Diagrama de Fluxo de Dados
  - Processos.

- Diagrama de Caso de Uso
  - Casos de Uso.
- Ficha de Especificação de Requisitos
  - Condições para execução de um requisito;
  - Quantidade de validações para execução de um requisito;
  - Quantidade de resultados obtidos na execução (fluxo principal, alternativo(s) e exceção(ões)) de um requisito.

## 5.2 Os Pesos dos Fatores de Complexidade e seus Subfatores

Na Tabela 14, são apresentados os fatores e os subfatores de complexidade do requisito propostos para a MCR<sub>ReF</sub>, juntamente com os respectivos pesos definidos para eles, obtidos do resultado do estudo empírico realizado (vide detalhes no Capítulo 6).

**TABELA 14 – PESO DOS FATORES DE COMPLEXIDADE DOS REQUISITOS**

| <b>Fator/Subfator</b>  | <b>Média do Subfator</b> | <b>Peso Atribuído ao Subfator de Complexidade do Requisito</b> |
|--|--------------------------|--|
| <b>Q1 - Variáveis de Entrada e Saída</b>                     |                          |  |
| Q1.1 - Quantidade de Variáveis de Entrada                    | 3,60                     | <b>0,85</b>  |
| Q1.2 - Quantidade de Variáveis de Saída                      | 3,30                     | <b>0,78</b>  |
| Q1.3 - Quantidade de Restrições de Variáveis de Entrada      | 3,90                     | <b>0,92</b>  |
| Q1.4 - Quantidade de Restrições de Variáveis de Saída        | 3,60                     | <b>0,84</b>  |
| <b>Q2 – Stakeholders</b>                                     |                          |  |
| Q2.1 - Quantidade de Atores Humanos                          | 3,65                     | <b>0,86</b>  |
| Q2.2 - Quantidade de Níveis Hierárquicos                     | 2,85                     | <b>0,67</b>  |
| <b>Q3 - Interfaces Externas</b>                              |                          |  |
| Q3.1 - Quantidade de Atores que representam Dispositivos     | 3,15                     | <b>0,75</b>  |
| Q3.2 - Quantidade de Atores que representam Outros Sistemas  | 3,40                     | <b>0,80</b>  |
| <b>Q4 – Funcionalidades</b>                                  |                          |  |
| Q4.1 - Quantidade de Funcionalidades                         | 4,10                     | <b>0,97</b>  |
| Q4.2 – Quantidade de Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 3,80                     | <b>0,90</b>  |
| Q4.3 - Quantidade de Pré-Condições                           | 3,55                     | <b>0,84</b>  |
| Q4.4 - Quantidade de Pós-Condições                           | 3,40                     | <b>0,80</b>  |

Os fatores e subfatores são objetos de estudo, identificados e citados no tópico 5.1, os quais foram obtidos através da revisão bibliográfica realizada juntamente com o desenvolvimento de estudos de caso, focados na elicitação, especificação e validação de requisitos, baseados em contextos reais, dentre eles: a) Criação de um documento de especificação de requisitos, utilizando o *template Volere*, referente a um sistema de monitoramento e captação de frequências cardíacas, para avaliar a função autonômica do coração (em seres humanos); b) Criação de um documento de especificação de requisitos, utilizando o *template IEEE STD 830-1998*, referente ao sistema de acompanhamento técnico e físico de atletas, em todas as categorias de um clube de futebol profissional.

Para a definição do Peso Atributo ao Subfator de Complexidade do Requisito, conforme apresentado na Tabela 14, foi necessário embasar-se nas respostas obtidas no estudo empírico realizado em conjunto com os profissionais da área. Baseado nas respostas desse estudo, obteve-se primeiramente a média aritmética das respostas dos entrevistados, para cada subfator de complexidade, definindo-se, assim, a Média do Subfator.

Para definir o Peso Atribuído ao Subfator de complexidade é necessário realizar, para cada subfator de complexidade, a divisão da média do subfator de complexidade obtida pela soma das médias dos subfatores de complexidade gerada. Com o valor do cálculo de cada subfator de complexidade, cria-se um resultado, o qual deverá ser multiplicado por 10 (dez), para aplicação na escala de 0-10, conforme sugerido pela métrica proposta, ou seja:

$$\text{Peso Atribuído ao Subfator} = (\text{Média do Subfator} / \sum \text{Média dos Subfatores}) * 10$$

No estudo empírico, enfocou-se o peso para os fatores de complexidade dos requisitos juntamente com os seus subfatores de complexidade, porém, constatou-se que para esse estudo, necessita-se utilizar somente as respostas atribuídas aos subfatores de complexidade de requisitos, descartando-se, dessa maneira, os valores obtidos para os fatores de complexidade do requisito.

### 5.3 Complexidade dos Requisitos Funcionais

Fundamentado no documento de especificação de requisitos, identificam-se os seguintes Fatores de Complexidade (FC) e seus respectivos Subfatores de Complexidade (SfC), para cada requisito funcional:

- Variáveis
  - Quantidade de Variáveis de Entrada (VEn);
  - Quantidade de Variáveis de Saída (V Sa);
  - Quantidade de Restrições para Variáveis de Entrada (RVE);
  - Quantidade de Restrições para Variáveis de Saída (RVS).
- Stakeholders
  - Quantidade de Atores Humanos (AHu);
  - Quantidade de Níveis Hierárquicos (ANH).
- Interfaces Externas
  - Quantidade de Atores representando outros dispositivos (ADi);
  - Quantidade de Atores representando outros sistemas (ASi).
- Funcionalidades
  - Quantidade de Funcionalidades (Fun);
  - Quantidade de Níveis Hierárquicos das Funcionalidades (NHF);
  - Quantidade de Pré-Condições (Pré);
  - Quantidade de Pós-Condições (Pós).

A quantidade identificada para cada subfator de complexidade do requisito será multiplicada pelo peso atribuído ao Subfator de Complexidade (SfC), obtendo-se a Complexidade do Subfator do Requisito (CSfR), e, possibilitando, posteriormente, receber a sua respectiva classificação de complexidade.

A Tabela 15 apresenta as faixas de valores propostas para a definição de complexidade de cada subfator previsto na métrica.

**CSfR de VEn = qtde \* peso do SfC**  
**CSfR de V Sa = qtde \* peso do SfC**  
**CSfR de RVE = qtde \* peso do SfC**  
**CSfR de RVS = qtde \* peso do SfC**  
**CSfR de AHu = qtde \* peso do SfC**  
**CSfR de ANH = qtde \* peso do SfC**

CSfR de ADi = qtde \* peso do SfC  
 CSfR de ASi = qtde \* peso do SfC  
 CSfR de Fun = qtde \* peso do SfC  
 CSfR de NHF = qtde \* peso do SfC  
 CSfR de Pré = qtde \* peso do SfC  
 CSfR de Pós = qtde \* peso do SfC

**TABELA 15 - CLASSIFICAÇÃO DOS SUBFATORES DE COMPLEXIDADE**

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)            | SUBFATORES DE COMPLEXIDADE (SfC)             | PESO      | CLASSIFICAÇÃO |            |
|---------------------------------------|--|-----------|---------------|------------|
| Variáveis                             | Qtde Variáveis de Entrada                    | 0,85      | 0 < X ≤ 6     | Baixa      |
|                                       |  |           | 6 < X ≤ 12    | Média      |
|                                       |  |           | 12 < X < 24   | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 24        | Inadequado |
|                                       | Qtde Variáveis de Saída                      | 0,78      | 0 < X ≤ 4     | Baixa      |
|                                       |  |           | 4 < X ≤ 8     | Média      |
|                                       |  |           | 8 < X < 16    | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 16        | Inadequado |
|                                       | Qtde Restrições p/ Variáveis de Entrada      | 0,92      | 0 < X ≤ 3     | Baixa      |
|                                       |  |           | 3 < X ≤ 6     | Média      |
|                                       |  |           | 6 < X < 12    | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 12        | Inadequado |
| Qtde Restrições p/ Variáveis de Saída | 0,84   | 0 < X ≤ 2 | Baixa         |            |
|                                       |  | 2 < X ≤ 4 | Média         |            |
|                                       |  | 4 < X < 8 | Alta          |            |
|                                       |  | X ≥ 8     | Inadequado    |            |
| Stakeholders                          | Qtde Atores Humanos                          | 0,86      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      |
|                                       |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |
|                                       |  |           | 2 < X < 4     | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 4         | Inadequado |
|                                       | Qtde Níveis Hierárquicos p/ atores           | 0,67      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      |
|                                       |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |
| Interfaces Externas                   | Qtde Atores representando Dispositivo        | 0,75      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      |
|                                       |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |
|                                       |  |           | 2 < X < 4     | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 4         | Inadequado |
|                                       | Qtde Atores representando Outros Sistemas    | 0,81      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      |
|                                       |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |
|                                       |  |           | 2 < X < 4     | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 4         | Inadequado |
| Funcionalidades                       | Qtde Funcionalidades                         | 0,97      | 0 < X ≤ 2,5   | Baixa      |
|                                       |  |           | 2,5 < X ≤ 5   | Média      |
|                                       |  |           | 5 < X < 10    | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 10        | Inadequado |
|                                       | Qtde Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,90      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      |
|                                       |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |
|                                       |  |           | 2 < X < 4     | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 4         | Inadequado |
|                                       | Qtde Pré-Condições                           | 0,84      | 0 < X ≤ 2     | Baixa      |
|                                       |  |           | 2 < X ≤ 4     | Média      |
|                                       |  |           | 4 < X < 8     | Alta       |
|                                       |  |           | X ≥ 8         | Inadequado |
| Qtde Pós-condições                    | 0,80   | 0 < X ≤ 1 | Baixa         |            |
|                                       |  | 1 < X ≤ 4 | Média         |            |
|                                       |  | 4 < X < 8 | Alta          |            |
|                                       |  | X ≥ 8     | Inadequado    |            |

O grau de importância do subfator na composição da complexidade do requisito, nesse trabalho denominado peso do subfator, é resultado do estudo empírico realizado junto aos profissionais da área (vide detalhes no Capítulo 6).

A classificação da Complexidade do Subfator do Requisito é resultante de testes empíricos realizados, sendo que o valor da classificação “Baixa” foi atribuído pelo desenvolvedor embasado em sua experiência profissional; a “Média” corresponde ao dobro do valor atribuído na classificação baixa; a “Alta” corresponde a valores maiores que a média e menores que a “Inadequado”; sendo que para esta última classificação, o valor atribuído corresponde ao dobro da média. A classificação “Inadequado” indica que a quantidade de elementos definidos para o subfator de complexidade (SfC) no requisito multiplicada pelo peso do fator de complexidade do requisito excede o valor atribuído à classificação “Alta”.

Para a Complexidade do Subfator do Requisito (CSfR) que não for identificado ou utilizado no requisito, deverá ser adotado o valor zero (0).

Caso não exista nenhuma Complexidade do Subfator do Requisito (CSfR) classificado como “Inadequado”, é possível obter a classificação do requisito através da soma das complexidades dos subfatores referente ao requisito em análise, obtendo-se, assim, a “Complexidade do Requisito” (CR). Esta Complexidade do Requisito deve ser relacionada junto a Tabela 16, para receber a Classificação da Complexidade do Requisito (CCR).

$$\mathbf{CR = VEn + VSa + RVE + RVS + AHu + ANH + ADi + ASi + Fun + NHF + Pré + Pós}$$

Para a Complexidade do Subfator do Requisito (CSfR) classificado como “Inadequado”, é recomendada a reestruturação do requisito ou, ao requisito em análise deverá ser atribuída “Complexidade Requisito Inadequado” (CRi), ou seja, irá manter a estrutura do requisito funcional em análise, mesmo, com um ou mais subfatores de complexidade classificados como inadequados.

Toda Complexidade Requisito Inadequado (CRi) indica que em um ou mais subfatores de complexidade do requisito foi diagnosticada uma quantidade de elementos definidos para o subfator de complexidade (SfC) do requisito que, ao

ser multiplicada pelo peso do fator de complexidade do requisito, excede o valor atribuído à classificação “Alta”, então, a este requisito é conferida Complexidade do Requisito Inadequado (CRi), tendo como peso, o maior valor apresentado na Tabela 16, multiplicado pela quantidade de vezes em que o Subfator de Complexidade (SfC) de requisitos foi classificado como inadequado, para o requisito funcional em análise.

$$\text{CRi} = \text{SubFatorComplexidadeInadequado} * \text{qtde}$$

Portanto, a **Complexidade do Requisito** é obtida pelo resultado da soma das Complexidades dos Subfatores do Requisito (CSfR), e sua **Classificação de Complexidade do Requisito** é alcançada, através da aplicação da Complexidade do Requisito, junto a Tabela 16.

**TABELA 16 – CLASSIFICAÇÃO DA COMPLEXIDADE DO REQUISITO**

| CCR |       |               |
|-----|-------|---------------|
| De  | Até   | Classificação |
| 0   | 10    | Muito Baixa   |
| 11  | 26    | Baixa         |
| 27  | 42    | Média Baixa   |
| 43  | 58    | Média         |
| 59  | 74    | Média Alta    |
| 75  | 90    | Alta          |
| 91  | ..... | Inadequado    |

A Classificação da Complexidade do Requisito (CCR) é resultado de testes empíricos com embasamento no desenvolvimento de estudos de caso focados na elicitación, especificación e validación de requisitos, baseados em contextos reais.

Para a definição da classificação “Muito Baixa”, leva-se em consideração, também, a classificação “Inadequado”, em que ambas possuem uma escala de 10 (dez) pontos, ou seja, menores que 10 pontos são classificados como “Muito Baixa”, e, os 10 menores que 100 pontos são “Inadequados”.

Em uma escala de 0-100 pontos, excluindo os 10 primeiros pontos e os 10 últimos pontos, restam 80 pontos, sendo estes divididos igualmente pelas outras classificações, que são 5 (cinco), estando, então, escalonada de 16 em 16 pontos.



## **6 DEFINIÇÃO E REALIZAÇÃO DO ESTUDO EMPÍRICO**

O estudo empírico a ser apresentado teve como objetivo encontrar os pesos dos fatores de complexidade de requisitos, baseando-se em uma amostragem significativa de dados.

Utilizou-se como instrumento para coleta de dados, um questionário relativo à complexidade de requisitos identificados, aplicado junto a profissionais da área de informática, o qual proporcionou a obtenção dos pesos para cada fator de complexidade estudado.

Nas subseções seguintes, será apresentado de forma detalhada, o planejamento do estudo empírico.

### **6.1 Estudo Empírico - Obtenção do Peso**

O estudo empírico realizado tem como finalidade a obtenção do peso dos subfatores de complexidade do requisito, estando descrito nas subseções a seguir.

#### **6.1.1 Objetivo do Estudo Empírico**

O objetivo geral desse estudo foi realizar um levantamento sobre o grau de importância (pesos) que é atribuído aos fatores de complexidade de um requisito. Esse levantamento foi feito, sob o ponto de vista dos profissionais da área, que vivenciam o processo de desenvolvimento de sistemas em seu dia-a-dia.

## **6.1.2 Planejamento do Estudo Empírico**

Nesta seção, serão descritas as atividades que compõem o estudo empírico, como seleção do contexto, formulação das hipóteses, seleção das variáveis e dos participantes, projeto do experimento, instrumentação e análise da validade.

### **6.1.2.1 Contexto**

O estudo foi realizado no contexto da Engenharia de Software e da Engenharia de Requisitos, com profissionais experientes no setor de desenvolvimento de sistemas, atuantes em vários segmentos na área de tecnologia de informação e comunicação, estando dentre os mencionados profissionais, alunos e ex-alunos do programa de Mestrado de Ciência da Computação oferecido pela UNIMEP.

### **6.1.2.2 Hipóteses**

O estudo visou a responder as seguintes questões:

- Qual o grau de importância que os profissionais atribuem aos fatores de complexidade identificados?
- Qual o grau de importância que é dado aos subfatores de complexidade identificados?

Para tanto, foram formuladas as seguintes hipóteses para cada pergunta:

- Hipótese 1

- Hipótese Nula. A quantidade de variáveis de entrada e saída não é um fator importante na composição da complexidade do requisito;
- Hipótese Alternativa. A quantidade de variáveis de entrada e saída é um fator importante na composição da complexidade do requisito.
- Hipótese 2
  - Hipótese Nula. A quantidade de *Stakeholders* não é um fator importante na composição da complexidade do requisito;
  - Hipótese Alternativa. A quantidade de *Stakeholders* é um fator importante na composição da complexidade do requisito.
- Hipótese 3
  - Hipótese Nula. A quantidade de interfaces externas não é um fator importante na composição da complexidade do requisito;
  - Hipótese Alternativa. A quantidade de interfaces externas é um fator importante na composição da complexidade do requisito.
- Hipótese 4
  - Hipótese Nula. A quantidade de funcionalidades não é um fator importante na composição da complexidade do requisito;
  - Hipótese Alternativa. A quantidade de funcionalidades é um fator importante na composição da complexidade do requisito.

### 6.1.2.3 Variáveis

Um conjunto de variáveis foi identificado, correspondente aos fatores e subfatores de complexidade de um requisito.

Essas variáveis são:

- Variáveis de Entrada e Saída
  - Quantidade de Variáveis de Entrada;
  - Quantidade de Variáveis de Saída;
  - Quantidade de Restrições para Variáveis de Entrada;
  - Quantidade de Restrições para Variáveis de Saída.

- *Stakeholders*
  - Quantidade de Atores Humanos;
  - Quantidade de Níveis Hierárquicos para Atores.
- Interfaces Externas
  - Quantidade de Atores que representam Dispositivos;
  - Quantidade de Atores que representam Outros Sistemas.
- Funcionalidades
  - Quantidade de Funcionalidades;
  - Quantidade de Níveis Hierárquicos das Funcionalidades;
  - Quantidade de Pré-Condições;
  - Quantidade de Pós-Condições.

#### **6.1.2.4 Instrumentação**

Para a realização da coleta de dados primeiramente foi enviado um convite aos profissionais, através de correio eletrônico, com a finalidade de solicitar a presença dos profissionais da área de desenvolvimento de sistemas, no estudo, e, em anexo, seguiu o questionário que colheu os dados para a pesquisa.

Os instrumentos usados serão descritos, nas subseções a seguir.

##### **6.1.2.4.1 Correio Eletrônico – Convite**

Foi enviado aos profissionais atuantes na área de desenvolvimento de sistemas, um correio eletrônico (Anexo 1), convidando-os a participar da pesquisa. Continha nesse correio eletrônico, a identificação da instituição e dos envolvidos no projeto.

#### 6.1.2.4.2 Questionários

O Questionário, (Anexo 2), foi dividido em Identificação Pessoal e Identificação Profissional, uma breve justificativa e as questões aplicadas.

A identificação pessoal teve o propósito de conhecer a idade e a formação acadêmica dos participantes na pesquisa.

As informações sobre a identificação profissional visam a identificar a área de atuação e o cargo desempenhado pelo mesmo, o tempo em que atua nessa área, sua classificação quanto à experiência profissional, quanto ao conhecimento com a Engenharia de Software e com a Engenharia de Requisitos e quanto à experiência em desenvolvimento de software.

As questões foram apresentadas, inicialmente, correspondendo aos fatores de complexidade e, posteriormente, subdivididas, representando os subfatores de complexidade de um requisito.

As alternativas disponíveis nas questões foram propostas com base na escala de *Likert (1932)*, a qual foi submetida a uma adaptação, pois a escala original estipula o grau de concordância, e nesse trabalho visou-se ao grau de importância.

Para tal escala, foram adotados: [1] Nenhuma Importância, [2] Pouco Importante, [3] Importante, [4] Muito Importante e [5] Extremamente Importante.

A escala de *Likert* é uma escala em que os usuários são solicitados, não só a concordarem ou discordarem das afirmações, mas também, a informarem qual o seu grau de concordância ou discordância. A cada resposta, é atribuído um número que reflete a direção da atitude do usuário, relativamente a cada afirmação. A pontuação total da atitude de cada usuário é dada pelo somatório das pontuações obtidas para cada afirmação (Kinneer e Taylor, 1991).

Seguindo a escala com a devida adaptação, os participantes foram solicitados a informar o grau de importância de cada questão, além de poderem incluir comentários adicionais referentes a cada questão.

### **6.1.2.5 Participantes**

Participantes ou população consiste no conjunto de elementos que tem, em comum, determinada característica. Conseqüentemente, todo o subconjunto não vazio e com menor quantidade de elementos do que a população considerada constitui uma amostra.

A informação recolhida em uma amostra pode, posteriormente, ser generalizada a toda a população.

Foram convidados os profissionais atuantes na área de desenvolvimento de sistemas, compreendidos por alunos e ex-alunos do Mestrado de Ciência da Computação da UNIMEP, além de profissionais em diversas áreas de atuação.

Os participantes do estudo empírico compreenderam, a princípio, uma amostra de 26 profissionais. Destes, 06 não responderam o questionário.

### **6.1.2.6 Validade do Estudo Empírico**

De acordo com Travassos, Gurov, Amaral (2002), é necessário garantir que os resultados obtidos em um experimento sejam válidos. Isso acontece quando os resultados têm validade para uma amostra e podem ser generalizados.

Para a garantia da validade desse estudo, foram considerados como amostra, todos os profissionais que integraram os processos de desenvolvimento de sistemas e concordaram em participar da pesquisa.

Com relação à segurança da validade da conclusão, considera-se que os testes estatísticos utilizados foram suficientes para se chegar a um resultado final, a respeito dos pesos atribuídos aos fatores e subfatores de complexidade do requisito.

### **6.1.2.7 Coleta de Dados**

Os correios eletrônicos contendo o convite aos profissionais da área de desenvolvimento de sistemas foram enviados, no dia 26/10/2010. As respostas foram recebidas, entre os dias 27/10/2010 e 05/11/2010.

Alguns questionários foram aplicados aos alunos do Mestrado em Ciência da Computação da UNIMEP, no dia 29/10/2010.

Após o recebimento das respostas dos questionários, foi realizada a análise dos dados, cujos resultados serão apresentados no capítulo subsequente.

## 7 RESULTADOS DO ESTUDO EMPÍRICO

Após a execução do estudo empírico, os resultados obtidos foram tabulados em planilha eletrônica, para serem analisados pelo software estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences – versão 13.0*) (SPSS, 2010).

Foram utilizados testes estatísticos não-paramétricos e conceitos fundamentais da estatística descritiva, para a apresentação dos resultados finais.

Para avaliar a consistência interna do questionário, foi empregado o teste de Alfa de *Cronbach* (Pereira, 2001).

Os resultados das análises estatísticas e do teste de Alfa de *Cronbach* serão apresentados nas seções a seguir.

Inicialmente, nesse capítulo, serão apresentados os dados referentes às características dos participantes do estudo. Logo após, os dados atinentes às respostas dos participantes, em relação à atribuição do grau de importância dos fatores de complexidade de requisitos em estudo.

A seção 7.1 apresenta a análise dos resultados dos participantes do estudo empírico, tais como as características dos participantes e o índice de participação da pesquisa.

A seção 7.2 exibe a análise do grau de importância atribuída aos fatores de complexidade de requisitos, de acordo com cada fator considerado no estudo.

A seção 7.3 apresenta a análise de confiabilidade do instrumento de coleta de dados.

A seção 7.4 expõe o resultado de cada hipótese definida na pesquisa.



## 7.1 Análise dos Dados dos Participantes

A amostra do estudo empírico foi composta por 20, (76,92%), dos 26 profissionais convidados da área de desenvolvimento de sistemas, sendo que 6, (23,08%), não responderam o e-mail a eles enviado, convidando-os a participar da pesquisa.

A Figura 14 exibe o índice de participação, na pesquisa realizada.

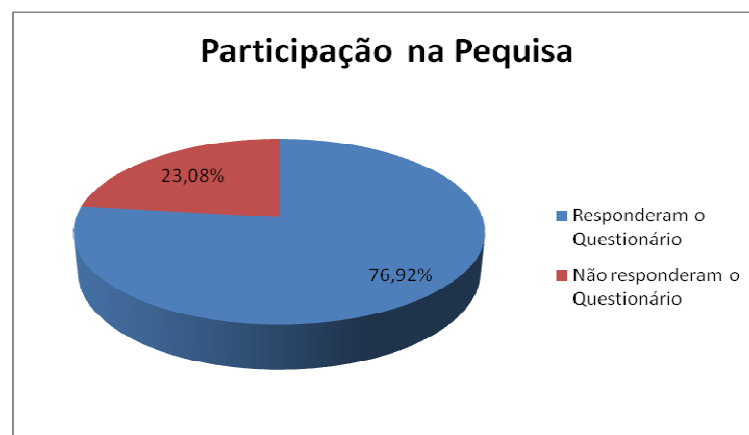


FIGURA 14 – ÍNDICE DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

Com a realização da pesquisa, foi possível coletar informações a respeito do perfil dos entrevistados, mediante a parte do Questionário – “Identificação Profissional”. A Figura 15 e a Tabela 17 resumem essas informações.



FIGURA 15 - PERFIL DOS PROFISSIONAIS NA PESQUISA

TABELA 17 - PERFIL DOS ENTREVISTADOS NO ESTUDO EMPÍRICO

| <b>Quesitos</b>                            | <b>Qtde</b> | <b>%</b> |
|--|-------------|----------|
| Tempo de atuação na área                   |             |          |
| Até 12 meses                               | 2           | 10%      |
| De 25 a 36 meses                           | 1           | 5%       |
| De 37 a 60 meses                           | 1           | 5%       |
| Acima de 60 meses                          | 16          | 80%      |
| Área de Atuação                            |             |          |
| Engenheiro de Software                     | 2           | 10%      |
| Infraestrutura                             | 3           | 15%      |
| Educação                                   | 7           | 35%      |
| Desenvolvimento                            | 3           | 15%      |
| Sistemas de Informação                     | 5           | 25%      |
| Formação Acadêmica                         |             |          |
| Doutor                                     | 3           | 15%      |
| Mestre                                     | 6           | 30%      |
| Mestrando                                  | 11          | 55%      |
| Experiência em Engenharia de Software      |             |          |
| Sala de Aula e Empresa                     | 13          | 65%      |
| Empresa                                    | 2           | 10%      |
| Sala de Aula                               | 4           | 20%      |
| Nenhuma                                    | 1           | 5%       |
| Experiência em Engenharia de Requisitos    |             |          |
| Sala de Aula e Empresa                     | 10          | 50%      |
| Empresa                                    | 1           | 5%       |
| Sala de Aula                               | 8           | 40%      |
| Nenhuma                                    | 1           | 5%       |
| Experiência em Desenvolvimento de Sistemas |             |          |
| Sala de Aula e Empresa                     | 17          | 85%      |
| Empresa                                    | 2           | 10%      |
| Sala de Aula                               | 1           | 5%       |
| Nenhuma                                    | 0           | 0%       |

Os resultados apresentados na Tabela 17 e na Figura 15 indicam que 100% dos entrevistados do estudo empírico, são profissionais com um nível elevado de formação acadêmica, distribuídos em mestrado (30%), mestrando (55%) e doutorado (15%).

A respeito do tempo de atuação na área, 80% dos participantes exercem atividades há mais de cinco anos na área, enquanto, apenas 10% têm menos de um ano de participação.

Com relação à área de atuação, 35% estão inseridos na educação, enquanto 30% dividem-se entre infraestrutura (consultor de Banco de Dados, implantação de ERP e gerente de TI) e desenvolvimento, 25% correspondem a analistas de sistemas de informação e 10%, engenheiros de software.

Referente à experiência profissional, 65% dos entrevistados são experientes em sala de aula e empresa, na área de Engenharia de Software, e metade, (50%), possui prática em sala de aula e empresa, na área de Engenharia de Requisitos. Ademais, todos os participantes possuem experiência em desenvolvimento de sistemas, sendo que 85% em sala de aula e empresa, 10% em empresa e, apenas, 5% em sala de aula.

## 7.2 Análise dos Pesos Atribuídos

Para fins específicos de obtenção de pesos aos fatores de complexidade, foi utilizado o instrumento básico de coleta de dados, questionário, composto de 4 fatores, subdivididos em 12 subfatores, com 5 alternativas cada, cujas medidas foram baseadas na escala de *Likert* (1932).

Os fatores considerados pelo estudo empírico foram alcançados por meio de revisão bibliográfica sobre complexidade de requisitos e, também, pelos estudos de caso desenvolvidos ao longo dessa pesquisa, utilizando os *templates Volere* e IEEE STD 830-1998, para documentação de requisitos, com os fatores: *variáveis de entrada e saída do sistema, Stakeholders, Interfaces Externas ao sistema e Funcionalidades do sistema*.

Através desse instrumento de coleta de dados, os participantes puderam expressar sua opinião sobre cada uma das questões afirmativas.

O Quadro 1 apresenta o registro original dos dados da pesquisa, de acordo com a resposta de cada participante às indagações do Questionário.

QUADRO 1 - DADOS ORIGINAIS DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

|         | Q1                           | Q2 | Q3 | Q4 | Q1.1 | Q1.2 | Q1.3 | Q1.4 | Q2.1               | Q2.2                    | Q3.1 | Q3.2 | Q4.1 | Q4.2 | Q4.3 | Q4.4 |
|---------|------------------------------|----|----|----|------|------|------|------|--------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
| P1      | 3                            | 3  | 3  | 4  | 3    | 3    | 4    | 4    | 3                  | 4                       | 4    | 3    | 3    | 4    | 4    | 4    |
| P2      | 4                            | 5  | 3  | 3  | 3    | 3    | 3    | 3    | 2                  | 1                       | 1    | 3    | 4    | 3    | 2    | 2    |
| P3      | 5                            | 5  | 4  | 5  | 3    | 3    | 4    | 3    | 3                  | 2                       | 1    | 3    | 5    | 5    | 3    | 3    |
| P4      | 4                            | 3  | 3  | 5  | 4    | 4    | 4    | 3    | 4                  | 3                       | 3    | 4    | 5    | 3    | 4    | 4    |
| P5      | 5                            | 5  | 5  | 5  | 4    | 4    | 3    | 3    | 5                  | 3                       | 5    | 5    | 5    | 5    | 4    | 4    |
| P6      | 5                            | 5  | 5  | 5  | 4    | 4    | 3    | 3    | 4                  | 4                       | 4    | 4    | 5    | 4    | 4    | 4    |
| P7      | 3                            | 4  | 4  | 5  | 4    | 4    | 4    | 4    | 2                  | 2                       | 2    | 3    | 5    | 5    | 4    | 4    |
| P8      | 5                            | 5  | 3  | 3  | 5    | 3    | 3    | 2    | 5                  | 4                       | 3    | 3    | 3    | 3    | 4    | 4    |
| P9      | 3                            | 3  | 3  | 4  | 2    | 2    | 4    | 4    | 5                  | 3                       | 4    | 4    | 5    | 4    | 3    | 3    |
| P10     | 4                            | 5  | 3  | 3  | 3    | 3    | 3    | 3    | 2                  | 1                       | 2    | 2    | 3    | 2    | 3    | 3    |
| P11     | 4                            | 5  | 3  | 5  | 3    | 3    | 4    | 4    | 4                  | 3                       | 4    | 4    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| P12     | 3                            | 2  | 4  | 5  | 3    | 3    | 5    | 5    | 2                  | 1                       | 2    | 2    | 3    | 1    | 3    | 3    |
| P13     | 5                            | 4  | 4  | 4  | 5    | 5    | 5    | 5    | 4                  | 4                       | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    |
| P14     | 4                            | 2  | 3  | 3  | 3    | 2    | 3    | 2    | 4                  | 3                       | 3    | 4    | 2    | 3    | 3    | 2    |
| P15     | 3                            | 2  | 5  | 5  | 3    | 3    | 4    | 4    | 3                  | 3                       | 3    | 3    | 5    | 5    | 4    | 4    |
| P16     | 4                            | 5  | 4  | 5  | 4    | 4    | 4    | 4    | 5                  | 3                       | 3    | 3    | 5    | 5    | 4    | 4    |
| P17     | 5                            | 5  | 3  | 5  | 3    | 3    | 4    | 4    | 3                  | 3                       | 3    | 3    | 5    | 5    | 3    | 3    |
| P18     | 4                            | 5  | 4  | 3  | 5    | 4    | 5    | 4    | 3                  | 4                       | 5    | 4    | 3    | 4    | 5    | 5    |
| P19     | 5                            | 4  | 4  | 4  | 5    | 3    | 5    | 3    | 5                  | 3                       | 3    | 3    | 4    | 3    | 4    | 3    |
| P20     | 4                            | 3  | 3  | 5  | 3    | 3    | 4    | 4    | 5                  | 3                       | 4    | 4    | 5    | 5    | 3    | 2    |
| LEGENDA |                              |    |    |    |      |      |      |      | OPÇÕES DE RESPOSTA |                         |      |      |      |      |      |      |
|         | Variáveis de Entrada e Saída |    |    |    |      |      |      |      | 1                  | Nenhuma Importância     |      |      |      |      |      |      |
|         | <i>Stakeholders</i>          |    |    |    |      |      |      |      | 2                  | Pouco Importante        |      |      |      |      |      |      |
|         | Interfaces Externas          |    |    |    |      |      |      |      | 3                  | Importante              |      |      |      |      |      |      |
|         | Funcionalidades              |    |    |    |      |      |      |      | 4                  | Muito Importante        |      |      |      |      |      |      |
|         |                              |    |    |    |      |      |      |      | 5                  | Extremamente Importante |      |      |      |      |      |      |
| Q       | Questão                      |    |    |    |      |      |      |      |                    |                         |      |      |      |      |      |      |
| P       | Participante                 |    |    |    |      |      |      |      |                    |                         |      |      |      |      |      |      |

A análise de tais dados permitiu calcular alguns indicadores estatísticos, apresentados na Tabela 18.

TABELA 18 - DADOS DESCRITIVOS DO QUESTIONÁRIO

| Questões | Participantes | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | Desvio Padrão | Variância |
|----------|---------------|--------|--------|-------|---------|---------------|-----------|
| Q1       | 20            | 3      | 5      | 4,10  | 4,0     | 0,7881        | 0,6211    |
| Q2       | 20            | 2      | 5      | 4,00  | 4,5     | 1,1698        | 1,3684    |
| Q3       | 20            | 3      | 5      | 3,65  | 3,5     | 0,7452        | 0,5553    |
| Q4       | 20            | 3      | 5      | 4,30  | 5,0     | 0,8645        | 0,7474    |
| Q1.1     | 20            | 2      | 5      | 3,60  | 3,0     | 0,8826        | 0,7789    |
| Q1.2     | 20            | 2      | 5      | 3,30  | 3,0     | 0,7327        | 0,5368    |
| Q1.3     | 20            | 3      | 5      | 3,90  | 4,0     | 0,7182        | 0,5158    |
| Q1.4     | 20            | 2      | 5      | 3,60  | 4,0     | 0,8256        | 0,6816    |
| Q2.1     | 20            | 2      | 5      | 3,65  | 4,0     | 1,1367        | 1,2921    |
| Q2.2     | 20            | 1      | 4      | 2,85  | 3,0     | 0,9881        | 0,9763    |
| Q3.1     | 20            | 1      | 5      | 3,15  | 3,0     | 1,1367        | 1,2921    |
| Q3.2     | 20            | 2      | 5      | 3,40  | 3,0     | 0,7539        | 0,5684    |
| Q4.1     | 20            | 2      | 5      | 4,10  | 4,5     | 1,0208        | 1,0421    |
| Q4.2     | 20            | 1      | 5      | 3,80  | 4,0     | 1,1517        | 1,3263    |
| Q4.3     | 20            | 2      | 5      | 3,55  | 4,0     | 0,6863        | 0,4711    |
| Q4.4     | 20            | 2      | 5      | 3,40  | 3,5     | 0,8208        | 0,6737    |

| LEGENDA |                              |
|---------|------------------------------|
|         | Variáveis de Entrada e Saída |
|         | <i>Stakeholders</i>          |
|         | Interfaces Externas          |
|         | Funcionalidades              |

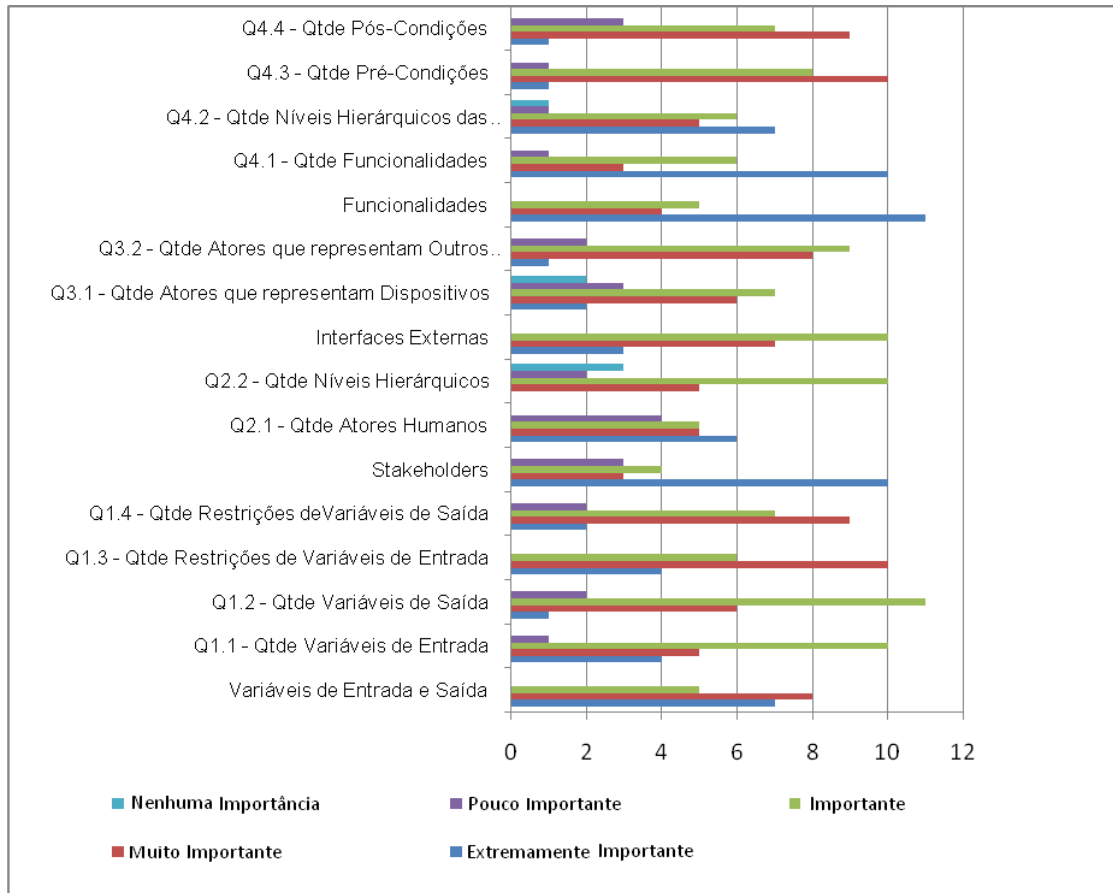
De acordo com os dados apresentados nessa Tabela, analisando cada questão, verifica-se que a mediana variou entre 3 e 5; e, o desvio padrão ficou entre 0,6863 e 1,1698, apresentando uma variação nas respostas, especialmente nas questões Q2, Q4.2, Q2.1 e Q3.1. Essa variabilidade indica que os participantes atribuíram respostas distintas para a mesma questão.

O Quadro 2 apresenta a quantidade de respostas por alternativas da escala, agrupadas de acordo com cada fator e subfator de complexidade do requisito considerados no estudo.

QUADRO 2 - QUANTIDADE DE RESPOSTAS POR ALTERNATIVA DA ESCALA

| Atributo  | Alternativas da Escala  |                  |            |                  |                     |
|---|-------------------------|------------------|------------|------------------|---------------------|
|   | Extremamente Importante | Muito Importante | Importante | Pouco Importante | Nenhuma Importância |
| Variáveis de Entrada e Saída                        | 7                       | 8                | 5          | 0                | 0                   |
| Q1.1 – Qtde Variáveis de Entrada                    | 4                       | 5                | 10         | 1                | 0                   |
| Q1.2 - Qtde Variáveis de Saída                      | 1                       | 6                | 11         | 2                | 0                   |
| Q1.3 - Qtde Restrições de Variáveis de Entrada      | 4                       | 10               | 6          | 0                | 0                   |
| Q1.4 - Qtde Restrições de Variáveis de Saída        | 2                       | 9                | 7          | 2                | 0                   |
| <i>Stakeholders</i>                                 | 10                      | 3                | 4          | 3                | 0                   |
| Q2.1 - Qtde Atores Humanos                          | 6                       | 5                | 5          | 4                | 0                   |
| Q2.2 - Qtde Níveis Hierárquicos                     | 0                       | 5                | 10         | 2                | 3                   |
| Interfaces Externas                                 | 3                       | 7                | 10         | 0                | 0                   |
| Q3.1 - Qtde Atores que representam Dispositivos     | 2                       | 6                | 7          | 3                | 2                   |
| Q3.2 - Qtde Atores que representam Outros Sistemas  | 1                       | 8                | 9          | 2                | 0                   |
| Funcionalidades                                     | 11                      | 4                | 5          | 0                | 0                   |
| Q4.1 - Qtde Funcionalidades                         | 10                      | 3                | 6          | 1                | 0                   |
| Q4.2 - Qtde Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 7                       | 5                | 6          | 1                | 1                   |
| Q4.3 - Qtde Pré-Condições                           | 1                       | 10               | 8          | 1                | 0                   |
| Q4.4 - Qtde Pós-Condições                           | 1                       | 9                | 7          | 3                | 0                   |

A Figura 16 exibe a representação gráfica das frequências das respostas, agrupadas de acordo com cada fator e subfator de complexidade do requisito considerado no estudo.



**FIGURA 16 - FREQUÊNCIA DAS RESPOSTAS**

Analisando o gráfico apresentado na Figura 16, percebe-se que a alternativa de resposta “importante” sobressaiu-se sobre as demais, em todos os fatores de complexidade de requisitos, seguida pelas alternativas “muito importante” e “extremamente importante”. Mencionadas respostas denotam de fato a importância atribuída aos fatores de complexidade de requisitos em estudo.

A Tabela 19 apresenta os dados descritivos, agrupados em relação ao fator e seus subfatores de complexidade de requisito considerado.

**TABELA 19 - DADOS DESCRITIVOS AGRUPADOS POR FATOR DE COMPLEXIDADE**

| Fator de Complexidade        | Participantes | Mínimo | Máximo | Média | Mediana | Desvio Padrão | Variância |
|------------------------------|---------------|--------|--------|-------|---------|---------------|-----------|
| Variáveis de Entrada e Saída | 20            | 2      | 5      | 3,7   | 4,0     | 0,8250        | 0,6807    |
| <i>Stakeholders</i>          | 20            | 1      | 5      | 3,5   | 3,0     | 1,1861        | 1,4068    |
| Interfaces Externas          | 20            | 1      | 5      | 3,4   | 3,0     | 0,9057        | 0,8203    |
| Funcionalidades              | 20            | 1      | 5      | 3,8   | 4,0     | 0,9646        | 0,9304    |

Analisando tais dados, verificou-se que o valor da mediana varia entre 3 e 4. O desvio padrão ficou entre 0,8250 e 1,1861, apresentando que houve uma variação nas respostas, ou seja, dentre as respostas dadas pelos entrevistados ocorreram divergências, especialmente no fator de complexidade envolvendo “*Stakeholders*” (1,1861), enquanto, para “*Variáveis de Entrada e Saída*” houve uma maior semelhança (0,8250).

A Tabela 20 apresenta os dados descritivos gerais da pesquisa, sem agrupamento por atributo ou questão.

**TABELA 20 - DADOS DESCRITIVOS GERAIS**

| <b>Descrição</b>      | <b>Qtde</b> |
|-----------------------|-------------|
| Qtde de Participantes | 20          |
| Fatores               |             |
| Qtde Considerada      | 4           |
| Qtde de Respostas     | 80          |
| Valor Mínimo          | 2           |
| Valor Máximo          | 5           |
| Média                 | 4,0125      |
| Mediana               | 4           |
| Desvio Padrão         | 0,9208      |
| Variância             | 0,8479      |
| Subfatores            |             |
| Qtde Considerada      | 8           |
| Qtde de Respostas     | 160         |
| Valor Mínimo          | 1           |
| Valor Máximo          | 5           |
| Média                 | 3,5208      |
| Mediana               | 3,5         |
| Desvio Padrão         | 0,9548      |
| Variância             | 0,9117      |

De acordo com o apresentado na Tabela em tela, observa-se que, diante do resultado da mediana geral, os participantes concordaram com as questões afirmativas aplicadas.

Portanto, esse resultado sugere que os fatores de complexidade de requisito possuem importância na composição do requisito, pois, ao se comparar o valor da mediana obtida (4 para fatores e 3,5 para subfatores) com os valores da escala de *Likert* adotada no estudo empírico, constata-se que houve atribuição da



importância pelos participantes, caracterizando destaque aos fatores de complexidade no requisito.

A seguir, será feita uma análise descritiva dos dados do estudo empírico, a qual se realizará, conforme cada questão dos fatores de complexidade considerados e os dados serão apresentados, em forma de gráficos.

### 7.2.1 Variáveis de Entrada e Saída

Para o presente estudo, *Variáveis de Entrada e Saída* foram definidas como valores a serem tratados para o atendimento do requisito, sendo representadas por identificadores, ou seja, um rótulo para cada variável.

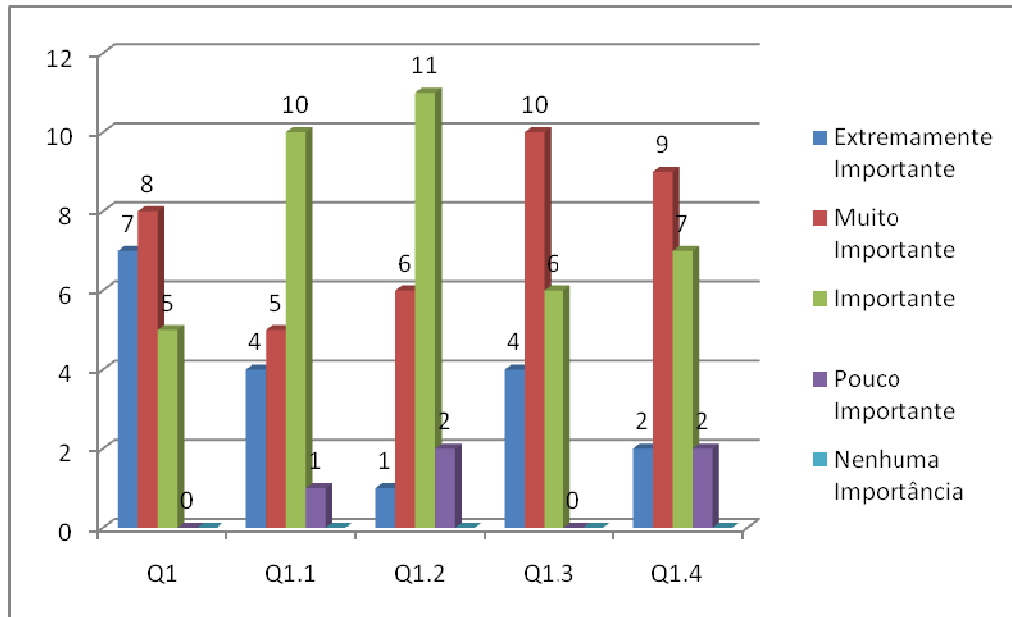
Na avaliação desse atributo, os participantes manifestaram suas opiniões sobre o grau de importância (ou sem importância) com a afirmativa definida na questão a seguir:

- **Q1** [ ] Variáveis de Entrada e Saída - Representam valores a serem tratados para o atendimento do requisito, sendo representadas por identificadores, ou seja, um rótulo para cada variável.

Objetivando avaliar os subfatores desse fator de complexidade, os participantes manifestaram suas opiniões sobre o grau de importância (ou sem importância) com a afirmativa definida na questão a seguir:

- **Q1.1** [ ] Quantidade de Variáveis de Entrada
- **Q1.2** [ ] Quantidade de Variáveis de Saída  
Requisito com grande número de variáveis possivelmente terá uma complexidade maior em comparação aos requisitos com poucas variáveis, pois estas, independentemente de serem de entrada ou saída, necessitam ser tratadas para que apresentem o resultado necessário a que se destinam.
- **Q1.3** [ ] Quantidade de Restrições para Variáveis de Entrada
- **Q1.4** [ ] Quantidade de Restrições para Variáveis de Saída  
Quantidade de Restrições sobre as variáveis do Requisito, por exemplo: Variáveis de entrada - a data de nascimento não poderá ser maior ou igual à data atual, a altura e peso não poderão receber valores negativos; Variáveis de saída - a idade é obtida através da data de nascimento armazenada e o IMC é o resultado do peso/alt<sup>2</sup>.

A Figura 17 apresenta os resultados gerados com as respostas das questões pertinentes ao fator de complexidade de requisitos, *Variáveis de Entrada e Saída*, juntamente com seus subfatores.



**FIGURA 17- RESPOSTAS SOBRE AS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA**

Conforme apresentado nessa Figura, o fator, (Q1), foi classificado pelos participantes como “muito importante”, (40%), e “extremamente importante”, (35%). Nenhum dos participantes optou pela alternativa “nenhuma importância”, caracterizando um alto grau de importância desse fator de complexidade sobre os requisitos.

A respeito dessa questão, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- *“Permite definir claramente quais são as partições do domínio do sistema. Ajuda na atividade de teste.”*
- *“Costumo tentar entender os valores de entrada para poder direcionar o propósito do projeto.”*
- *“Também pode servir para a geração dos casos de testes, facilitando a automatização do processo.”*
- *“E uma das coisas mais importantes no levantamento de requisitos são suas variáveis de entrada e saída, pois são esses valores que serão processados.”*
- *“As falhas decorrentes na especificação de dados, principalmente os de entrada representam o maior custo de retrabalho em projetos.”*

Verificando as respostas para os subfatores, a quantidade de *variáveis de entrada*, (Q1.1), em relação à *quantidade de variáveis de saída*, (Q1.2), foram classificados pelos participantes como “importante” (52,63% e 57,89% respectivamente), sendo dada maior importância às *variáveis de saída*. Em relação à quantidade de *restrições das variáveis de entradas e saídas*, (Q1.3 e Q1.4), foi classificado como “muito importante” (52,63% e 47,37% respectivamente), atribuindo maior importância às restrições das variáveis de entrada.

Para essas questões, destaca-se o seguinte comentário realizado pelos participantes:

- “As *variáveis de entradas* são de extrema importância, pois serão elas que sofrerão um determinado processo pré-estabelecido, já as *variáveis de saída* serão os resultados apresentados”.

### 7.2.2 Stakeholders

Para o estudo em exposição, *Stakeholders* aludem às pessoas envolvidas com o sistema.

Visando a avaliar esse atributo, os participantes manifestaram suas opiniões sobre o grau de importância (ou sem importância) com a afirmativa definida na questão a seguir:

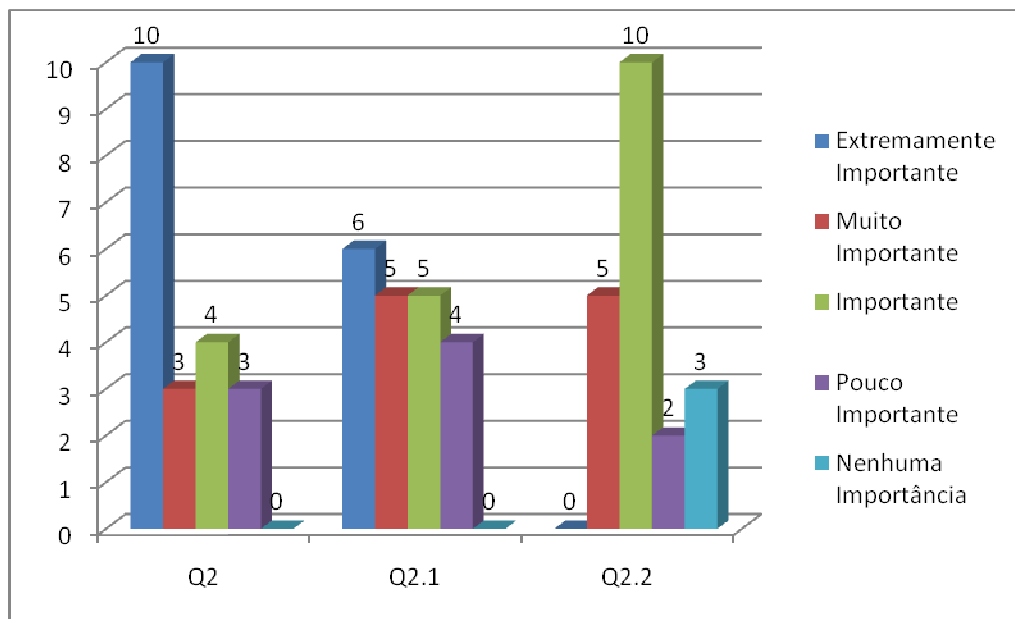
- **Q2** [ ] *Stakeholders* - Conforme relatado por Regnell, Svensson e Wnuk (2008), um dos fatores responsáveis pela elevação da complexidade da engenharia de requisitos é um grande e diversificado conjunto de *stakeholders*, tanto externos, como internos ao sistema.

Na avaliação dos subfatores desse fator de complexidade, os participantes manifestaram suas opiniões sobre o grau de importância (ou sem importância) com a afirmativa definida na questão a seguir:

- **Q2.1** [ ] Quantidade de Atores Humanos  
Quantidade de Atores representando certo tipo de *stakeholders* – possivelmente um grande número de *stakeholders* atribuído ao requisito terá uma complexidade maior em comparação a requisitos com poucos *stakeholders* envolvidos, pois estes deverão estar relacionados, no mínimo, com uma funcionalidade do sistema, necessitando ser tratadas para que apresentem o resultado necessário a que se destinam.
- **Q2.2** [ ] Quantidade de Níveis Hierárquicos para Atores

Quantidade dos níveis hierárquicos existentes para os atores – a cada nível hierárquico criado indica-se que há necessidade de especificar e tratar as funcionalidades disponibilizadas para cada hierarquia.

A Figura 18 apresenta os resultados obtidos com as respostas das questões pertinentes ao fator de complexidade de requisitos, *Stakeholders*, juntamente com seus subfatores.



**FIGURA 18- RESPOSTAS *STAKEHOLDERS***

Conforme apresentado na Figura, citado fator, (Q2), foi classificado pelos participantes como um fator “extremamente importante”, (50%). Nenhum dos participantes optou pela alternativa “nenhuma importância”, caracterizando de fato o grau de importância desse fator de complexidade de requisitos, no contexto estudado.

A respeito dessa questão, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- “São com um consenso entre este pessoal que será feito o levantamento dos requisitos, tanto funcionais quanto não funcionais de um sistema.”

- *“Concordo com os autores citados e adiciono que também há uma resistência muito grande entre stakeholders em seguir ou aceitar os requisitos acordados.”*
- *“Principal dificuldade seria agradar a todos os envolvidos.”*
- *“Desenvolvedores de software devem entender que o software é desenvolvido para os stakeholders. De nada adianta um software tecnicamente perfeito que não atente às necessidades dos stakeholders.”*

Observando as respostas para os subfatores, a *quantidade de atores humanos*, (Q2.1), 30% dos entrevistados julgam como “extremamente importante” no requisito, sendo que outros 50% dos entrevistados divididos igualmente consideram-no “muito importante” e “importante”. Ressalta-se, ainda, que 20% dos participantes consideram “sem importância”.

Para a questão Q2.1, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- *“Sem dúvida alguma, quantos mais envolvidos, maior a complexidade”.*
- *“A quantidade de atores é um dos fatores que determinam a abrangência de um sistema (tamanho).”*
- *“As quantidades de stakeholders devem ser levadas em consideração conforme a necessidade e levantamento das informações para o sistema, ou seja, deve ser pensado o que o sistema precisa.”*

Analisando as respostas para os subfatores, a *quantidade de níveis hierárquicos para atores*, (Q2.2), 50% dos entrevistados julgam como “importante” no requisito, sendo que 15% consideram como “nenhuma importância” .

Para a questão Q2.2, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- *“Importante para um controle de acesso ao sistema.”*
- *“Uma vez que os requisitos estejam bem claros e distintos, esta tarefa é muito facilitada.”*
- *“Estabelecer níveis hierárquicos é importante, pois dessa forma dá pra estabelecer o que poderão ou não fazer no sistema.”*

No entanto, comparando o grau de importância atribuído pelos participantes, visualizado na Figura 17, em referência aos subfatores Q2.1 e Q2.2, é notório que o subfator, Q2.1, tem grau de importância maior na complexidade do requisito.

### 7.2.3 Interfaces Externas

Para esse estudo, *Interfaces Externas* foram definidas como a maneira de o sistema interagir com as pessoas, com o hardware do sistema, com outros sistemas e com outros produtos.

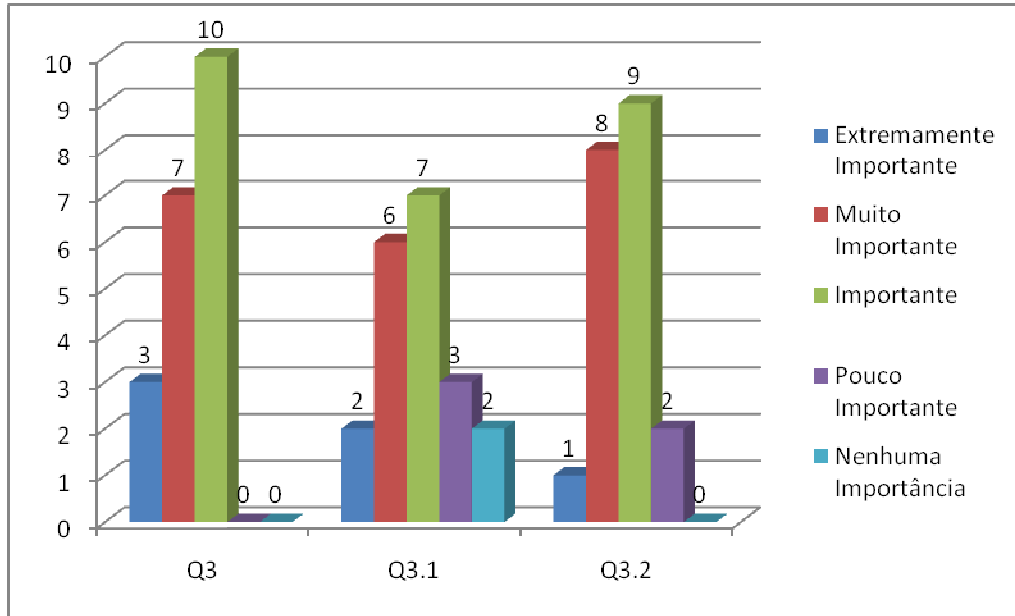
Na avaliação desse atributo, os participantes manifestaram suas opiniões sobre o grau de importância (ou sem importância) com a afirmativa definida na questão a seguir:

- **Q3** [ ] Interfaces Externas - Maneira como o sistema interage com as pessoas, com o hardware do sistema, com outros sistemas e com outros produtos.

Com o propósito de avaliar os subfatores desse fator de complexidade, os participantes manifestaram suas opiniões sobre o grau de importância (ou sem importância) com a afirmativa definida na questão a seguir:

- **Q3.1** [ ] Quantidade de Atores que representam Dispositivos  
Quantidade de Atores representando dispositivos, como por exemplo: sensores, placas, atuadores etc.; necessitam ser tratados para a interação junto ao sistema.
- **Q3.2** [ ] Quantidade de Atores que representam Outros Sistemas  
Quantidade de Atores representando outros sistemas, os quais apresentam a necessidade do desenvolvimento de alguma tecnologia para interação entre eles.

A Figura 19 apresenta os resultados produzidos com as respostas das questões pertinentes ao fator de complexidade de requisitos, *Interfaces Externas*, juntamente com os seus subfatores.



**FIGURA 19- RESPOSTAS INTERFACES EXTERNAS**

Conforme apresentado na Figura, o fator, (Q3), foi classificado pelos participantes como um fator “importante” (50%). Nenhum dos participantes optou pela alternativa “nenhuma importância” ou “pouco importante”.

A respeito dessa questão, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- *“Importante para entendimento de comunicação de sistemas com outras partes integrantes.”*
- *“Aqui entre a parte de interação homem-máquina. É muito importante que o sistema fique o mais intuitivo possível para os usuários, pois interpretações ambíguas podem causar uma alimentação de uma base de dados errôneos.”*

Examinando as respostas para os subfatores, a *quantidade de atores* que representam dispositivos, (Q3.1), em relação ao *quantidade de atores que representam outros sistemas*, (Q3.2), foram classificados pelos participantes como “importante” (35,00% e 45,00% respectivamente), sendo dada maior importância à quantidade de atores que representam outros sistemas. Isso também ocorre na classificação como “muito importante”, em que 40% apontam para outros sistemas e 30%, para dispositivos.

Para a questão Q3.1, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- *“Este é um fator importante, pois para um melhor aproveitamento do sistema, o mesmo deve estar totalmente integrado com dispositivos de hardware que compõem o computador onde está instalado.”*
- *“Impõem um esforço adicional na consistência, na interpretação de dados que fornecem ou recebem.”*

Para a questão Q3.2, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- *“O sistema caso haja necessidade de se comunicar com outros sistemas deve ter um total suporte para realizar estas atividades.”*
- *“Acho que o mais importante seria a forma como essa interação daria. Isso sim deveria ser especificado.”*

No entanto, comparando o grau de importância atribuído pelos participantes, apresentado na Figura 18, em referência aos subfatores, Q3.1 e Q3.2, é notório que Q3.2 tem um grau de importância maior na composição da complexidade do requisito, isto devido ao Q3.1 ter dois participantes que o classificaram como “sem importância”.

#### **7.2.4 Funcionalidades**

Para o presente estudo, *Funcionalidade* ou *Atividade* foi definida como um comportamento ou uma ação para a qual possam ser visualizados um início e um fim, isto é: algo passível de execução.

Com a finalidade de avaliar esse fator, os participantes manifestaram suas opiniões sobre o grau de importância (ou sem importância) com a afirmativa definida na questão a seguir:

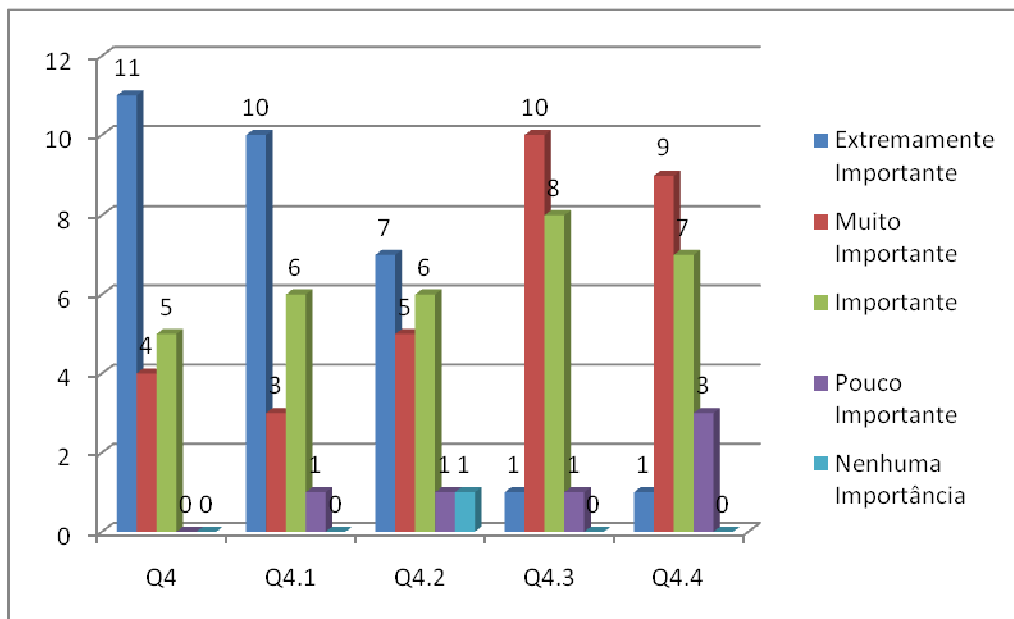
- **Q4** [ ] **Funcionalidades** - Funcionalidade (ou atividade) é definida como um comportamento ou uma ação para a qual possam ser visualizados um início e um fim, isto é: algo passível de execução.



Na avaliação dos subfatores desse fator de complexidade, os participantes manifestaram seu grau de importância (ou sem importância) com as afirmativas expressadas nas questões a seguir:

- **Q4.1** [ ] Quantidade de Funcionalidades
- **Q4.2** [ ] Quantidade de Níveis Hierárquicos das Funcionalidades  
Quantidade funcionalidades existentes para execução de um requisito.
- **Q4.3** [ ] Quantidade Pré-Condições  
Condições necessárias estabelecidas em Pré-Condição para o requisito.
- **Q4.4** [ ] Quantidade Pós-Condições  
Condições necessárias estabelecidas em Pós-Condição para o requisito.

A Figura 20 apresenta os resultados originados com as respostas das questões pertinentes ao fator de complexidade de requisitos, *Funcionalidades*, juntamente com seus subfatores.



**FIGURA 20- RESPOSTAS FUNCIONALIDADES**

Conforme ilustrado na Figura 20, esse fator, (Q4), foi classificado pela maioria dos participantes como um fator “extremamente importante”, (55%), sendo que os demais classificaram como “importante” e “muito importante” (25% e 20% respectivamente). Nenhum dos participantes optou pela alternativa “nenhuma importância” e “pouco importante”, caracterizando de fato o grau de importância desse fator de complexidade de requisitos, no contexto estudado.

A respeito dessa questão, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- *“Sem uma definição clara das funcionalidades necessárias não é possível modelar corretamente o sistema.”*
- *“É o conceito mais fácil de trabalhar no levantamento de requisitos com os usuários.”*
- *“Creio que aqui o programador e analistas teriam várias interpretações, porém todas poderiam estar corretas, dadas uma interpretação correta.”*

Considerando as respostas para os subfatores, a quantidade de *funcionalidades*, (Q4.1), é dada como “extremamente importante”, (50%). Em relação à quantidade de *níveis hierárquicos das funcionalidades*, (Q4.2), 35% dos entrevistados classificaram como “extremamente importante”, enquanto 5%, como “nenhuma importância”. Para a quantidade de *pré-condições*, (Q4.3), a maioria dos entrevistados classificou como “muito importante”, (50%), semelhante a quantidade de *pós-condições*, (Q4.4), (45%).

Para tais questões, destacam-se os seguintes comentários realizados pelos participantes:

- *“As variáveis de entradas são de extrema importância, pois serão elas que sofrerão um determinado processo pré-estabelecido, já as variáveis de saída serão os resultados apresentados.”*
- *“A quantidade de funcionalidades está relacionada aos levantamentos de requisitos, ou seja, nesta fase que será identificado o fator tempo gasto para o desenvolvimento do sistema.”*

### 7.3 Análise de Confiabilidade

Finalizada a tabulação dos dados da pesquisa, no software estatístico, SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences – versão 13.0*) (SPSS, 2010), o instrumento utilizado para coletar dados foi submetido a uma avaliação de confiabilidade, por meio do Coeficiente Alfa de *Cronbach*.

#### 7.3.1 Alfa de *Cronbach*

A utilização do Alfa de *Cronbach*, nesse estudo empírico, teve como objetivo avaliar a consistência interna do instrumento utilizado, além de verificar se há coerência na variação das respostas dos participantes.

Pereira (2001) diz que o Alfa de *Cronbach* trabalha a relação entre covariâncias e variâncias internas das medidas. O valor do Alfa pode variar entre zero e um (0 - 1), sendo que quanto mais elevado for esse valor, maior será a consistência interna do instrumento avaliado.

O Alfa de *Cronbach* pode ser compreendido como um coeficiente de correlação ao quadrado, com uma suposta medida real do fenômeno estudado (Pereira, 2001).

Autores divergem quanto ao valor mínimo aceitável para o coeficiente do Alfa de *Cronbach*.

Hair et al. (1995) dizem que para se ter uma fidedignidade aceitável, o Alfa de *Cronbach* deve possuir um valor de pelo menos 0,70. Porém, como este não é considerado um padrão absoluto, valores menores são aceitos, caso a pesquisa seja de natureza exploratória. Segundo Malhotra (1996), o valor mínimo para se garantir a fidedignidade de uma pesquisa deve ser de 0,60.

A fórmula de cálculo do Alfa de *Cronbach* é definida de acordo com a expressão abaixo:

$$\alpha = \frac{K \text{ cov / var}}{1 + (K - 1) \text{ cov / var}}$$

k = Número de variáveis consideradas

cov = Média das covariâncias

var = Média das variâncias

Além da avaliação da consistência interna geral do instrumento, o Alfa de *Cronbach* foi utilizado, nesse estudo empírico, para analisar individualmente cada quesito considerado na pesquisa.

A Tabela 21 apresenta os resultados do Coeficiente do Alfa de *Cronbach*, para os fatores de complexidade do requisito em análise.

**TABELA 21 – RESULTADOS DO ALFA DE *CRONBACH* DOS FATORES DE COMPLEXIDADE DO REQUISITO**

| <b>Estatística por Escala</b>   | <b>Média</b>  | <b>Variância</b> | <b>Desvio Padrão</b> | <b>Nº de Variáveis</b> |
|---|---------------|------------------|----------------------|------------------------|
|   | <b>4,0125</b> | <b>0,8479</b>    | <b>0,9208</b>        | <b>4</b>               |
| <b>Alfa de <i>Cronbach</i> dos fatores de Complexidade do Requisito</b> |               |                  |                      |                        |
| <b>Alfa de <i>Cronbach</i> Geral</b>                                    |               |                  |                      | <b>0,475</b>           |

A Tabela 22 apresenta a variação do valor do alfa de *Cronbach*, caso sejam removidas algumas questões do instrumento de avaliação, referentes aos fatores de complexidade.

**TABELA 22 – RESULTADOS DO ALFA DE *CRONBACH*, SE A QUESTÃO RELACIONADA AO FATOR DE COMPLEXIDADE FOR REMOVIDA**

| <b>Questão</b> | <b>Valor do Alfa, se a questão for removida</b> |
|----------------|---|
| Q1             | 0,209   |
| Q2             | 0,380   |
| Q3             | 0,366   |
| Q4             | 0,543   |

De acordo com o apresentado na Tabela supra, nota-se que a questão, Q4, caso fosse retirada do questionário, poderia elevar o Alfa de *Cronbach* obtido. A retirada de qualquer outra questão, ou diminuiria o valor do Alfa, ou não influenciaria no resultado.

A Tabela 23 apresenta os resultados do Coeficiente do Alfa de *Cronbach* para os subfatores, agrupados por seus fatores de complexidade do requisito em estudo.

**TABELA 23 – RESULTADOS DO ALFA DE *CRONBACH* POR SUBFATORES DE COMPLEXIDADE DO REQUISITO**

| <b>Estatística por Escala</b>   | Média         | Variância     | Desvio Padrão | Nº de Variáveis |
|---|---------------|---------------|---------------|-----------------|
|   | <b>3,5208</b> | <b>0,9117</b> | <b>0,9548</b> | <b>4</b>        |
| <b>Alfa de <i>Cronbach</i> por fatores de Complexidade do Requisito</b> |               |               |               |                 |
| Variáveis de Entrada e Saída  |               |               |               | <b>0,532</b>    |
| <i>Stakeholders</i>   |               |               |               | <b>0,759</b>    |
| Interfaces Externas   |               |               |               | <b>0,834</b>    |
| Funcionalidades   |               |               |               | <b>0,718</b>    |
| <b>Alfa de <i>Cronbach</i> Geral</b>                                    |               |               |               | <b>0,808</b>    |

De acordo com o apresentado nessa Tabela, podem-se visualizar os valores de Alfa obtidos para cada um dos fatores de complexidade de requisitos considerados, no estudo empírico. Observa-se que o menor valor de alfa produzido foi para o fator de *Variáveis de Entrada e Saída*, (0,532), e o maior resultado, para o fator, *Interfaces Externas* (0,834).

Analisando o Alfa geral, levando em consideração todos os fatores, percebe-se que o valor gerado foi muito satisfatório. O referido resultado indica que o instrumento utilizado na pesquisa é altamente confiável, pois, de um valor máximo alcançável de 1 (um), obteve-se um Alfa de 0,808. Esse valor pode ser apresentado como indicador da eficiência e confiabilidade do instrumento, em avaliar os fatores de complexidade do requisito.

A Tabela 24 apresenta a variação do valor do alfa de *Cronbach*, caso sejam removidas algumas questões do instrumento de avaliação.

**TABELA 24 – RESULTADOS DO ALFA DE *CRONBACH*, SE A QUESTÃO RELACIONADA AO SUBFATOR DE COMPLEXIDADE FOR REMOVIDA**

| <b>Questão</b> | <b>Valor do Alfa, se a questão for removida</b> |
|----------------|---|
| Q1.1           | 0,793   |
| Q1.2           | 0,787   |
| Q1.3           | 0,809   |
| Q1.4           | 0,819   |
| Q2.1           | 0,792   |
| Q2.2           | 0,763   |
| Q3.1           | 0,765   |
| Q3.2           | 0,783   |
| Q4.1           | 0,803   |
| Q4.2           | 0,785   |
| Q4.3           | 0,768   |
| Q4.4           | 0,775   |

De acordo com o apresentado na Tabela, nota-se que as questões Q1.3 e Q1.4, caso fossem retiradas do questionário, poderiam elevar o Alfa de *Cronbach* obtido. A retirada de qualquer outra questão, ou diminuiria o valor do Alfa, ou não influenciaria no resultado.

#### **7.4 Resultados e Análises das Hipóteses**

A análise realizada em cada um dos fatores de complexidade considerados, no estudo empírico em pauta, apontou os seguintes resultados:

- Quanto ao **fator de complexidade *variáveis de entrada e saída*** - as alternativas indicam concordância dos participantes em relação ao grau de importância, pois receberam a totalidade de **100,00%** das respostas, subdividida em 25,00%, para “importante”, 40%, para “muito importante” e 35%, para “extremamente importante”;
- Quanto ao **fator de complexidade *Stakeholders*** - as alternativas que indicam concordância dos participantes em relação ao grau de importância foram **85,00%** das respostas, sendo 20,00%, para “importante”, 15%, para “muito importante” e 50%, para “extremamente

importante”. Quanto à irrelevância do fator, 15% dos entrevistados atribuíram “pouco importante”.

- Quanto ao **fator de complexidade *Interfaces Externas*** - as alternativas indicadoras de concordância dos participantes em relação ao grau de importância foram de **100,00%** das respostas, em que 50,00%, para “importante”, 35%, para “muito importante” e 15%, para “extremamente importante”. Quanto à irrelevância do fator, nenhum dos entrevistados atribuiu “pouco importante” ou “nenhuma importância”.
- Quanto ao **fator de complexidade *Funcionalidades*** - as alternativas que indicam concordância dos participantes em relação ao grau de importância apontaram **100,00%** das respostas, divididas em 25,00%, para “importante”, 20%, para “muito importante” e 55%, para “extremamente importante”. Quanto à irrelevância do fator, nenhum dos entrevistados atribuiu “pouco importante” ou “nenhuma importância”.

Os resultados coletados indicaram a seguinte situação, em relação às hipóteses formuladas, nesse estudo empírico:

- Quanto à **hipótese 01**, rejeitou-se a hipótese nula em favor da alternativa, pois os resultados da pesquisa indicaram que houve uma concordância dos participantes em relação ao grau de importância atribuído ao fator de complexidade, correspondente a **100,00%**. Portanto, tal resultado sugere que o fator de complexidade possui um grau de importância (peso) a ser atribuído, considerando-se as *variáveis de entrada e saída*.
- Quanto à **hipótese 02**, rejeitou-se a hipótese nula em favor da alternativa, já que os resultados da pesquisa indicaram que houve uma concordância dos participantes em relação ao grau de importância atribuído ao fator de complexidade, correspondente a **85,00%**. Assim, citado resultado sugere que o fator de complexidade possui um grau de importância (peso) a ser atribuído, considerando-se os *Stakeholders*.

- Quanto à **hipótese 03**, rejeitou-se a hipótese nula em favor da alternativa, pois os resultados da pesquisa indicaram que houve uma concordância dos participantes em relação ao grau de importância atribuído ao fator de complexidade, correspondente a **100,00%**. Dessa forma, o resultado em questão sugere que o fator de complexidade possui um grau de importância (peso) a ser atribuído, considerando-se as *Interfaces Externas*.
- Quanto à **hipótese 04**, rejeitou-se a hipótese nula em favor da alternativa, pois os resultados da pesquisa indicaram que houve uma concordância dos participantes em relação ao grau de importância atribuído ao fator de complexidade, correspondente a **100,00%**. Desse modo, esse resultado sugere que o fator de complexidade possui um grau de importância (peso) a ser atribuído, considerando-se as *Funcionalidades*.

Os resultados fornecidos foram baseados nas respostas dos participantes, atribuídas a cada questão elaborada. Adicionalmente, conforme menção anterior, além de informar o seu grau importância em relação a cada questão apresentada, os participantes puderam realizar comentários adicionais sobre cada questão, e também um comentário geral.

No tocante às sugestões dadas ao estudo, destacam-se os seguintes comentários:

- *“No dia-a-dia, os requisitos não-funcionais, interfaces [sic] têm gerado uma preocupação maior para os desenvolvedores e usuários, pois é uma geração de aplicação “conectada”, portanto a qualidade do nível de serviço (funcionalidade) é um tema bem debatido, tal como as interfaces com interoperabilidade (SOA)”*
- *“A natureza das aplicações tem se alterado muito nos últimos 10 anos, estamos vivendo uma era em que as aplicações estão disponíveis independentes do equipamento, e de forma mais transparente possível para o usuário, utilizando técnicas de computação distribuída, comunicação ubíqua e softwares embarcados.”*



## 8 AVALIAÇÃO DA MCREF

A intenção desse capítulo é apresentar a aplicabilidade da métrica de complexidade de requisitos funcionais, a MCREF, referente a 2 documentos de requisitos já efetuados e a 1 projeto com artefatos gerados, no processo de desenvolvimento de software.

### 8.1 Sistema de Monitoramento e Captação de Frequências Cardíacas

A documentação de especificações de requisitos referente ao Sistema de Monitoramento e Captação de Frequências Cardíacas para avaliar a função autonômica do coração (em seres humanos), foi desenvolvido por Carlos Roberto Paviotti, Edmar Augusto Yokome, Etianne Silva Torres e Ku Hai Chiang, alunos do Curso de Mestrado em Ciência da Computação da UNIMEP, atinente ao trabalho prático, utilizando o *Template Volere*, e apresentado para disciplina, Engenharia de Requisitos, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Eduardo Galvão Martins.

A referida documentação é composta por 21 requisitos funcionais, sendo 15 novos e 6 legados do sistema anterior. Aplicando-se a métrica MCREF, foram obtidos os seguintes resultados:

**TABELA 25 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA MCREF – SISTEMA DE MONITORAMENTO E CAPTAÇÃO DE FREQUÊNCIAS CARDÍACAS**

| COMPLEXIDADE DO REQUISITO |  |              |      |               |              |
|---------------------------|--|--------------|------|---------------|--------------|
| ID                        | REQUISITO                                  | COMPLEXIDADE | INAD | CLASSIFICAÇÃO | COMPL INADEQ |
| RFN001                    | Manter Dados Básicos Paciente              |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| RFN002                    | Criar Perfil da Ficha de Cadastro Paciente | 32,49        |      | Média Baixa   |              |
| RFN003                    | Criar Perfil de Coleta de Sinal            | 19,11        |      | Baixa         |              |
| RFN004                    | Criar Protocolo Experimental               | 19,28        |      | Baixa         |              |
| RFN005                    | Realizar Experimento                       |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| RFN006                    | Manter Experimento                         | 5,21         |      | Muito Baixa   |              |
| RFL007                    | Coletar Sinal                              | 17,08        |      | Baixa         |              |
| RFN008                    | Criar Perfil de Limpeza de Sinal           | 8,73         |      | Muito Baixa   |              |
| RFL009                    | Analisar o Sinal Gráfico                   | 6,90         |      | Muito Baixa   |              |
| RFL010                    | Limpar o Sinal                             | 10,68        |      | Baixa         |              |
| RFL011                    | Analisar Estatisticamente o Experimento    | 5,93         |      | Muito Baixa   |              |
| RFN012                    | Manter Coleta de Sinal                     | 16,24        |      | Baixa         |              |
| RFN013                    | Criar Itens (campos) para Perfil Paciente  | 8,42         |      | Muito Baixa   |              |
| RFN014                    | Definir Identificação dos Experimentos     | 2,47         |      | Muito Baixa   |              |
| RFN015                    | Consultar o Protocolo Experimental         | 9,83         |      | Muito Baixa   |              |
| RFL016                    | Gerar Gráfico Domínio do Tempo             | 11,13        |      | Baixa         |              |
| RFL017                    | Gerar Gráfico Domínio da Frequência        | 11,30        |      | Baixa         |              |
| RFN018                    | Testar o Beep                              | 5,23         |      | Muito Baixa   |              |
| RFN019                    | Manter Dados do Fisioterapeuta             |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| RFN020                    | Manter Dados do Material                   |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| RFN021                    | Manter Dados do Equipamento                |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |

Legenda:

RFN – Requisito Funcional Novo

RFL – Requisito Funcional Legado

O detalhamento intencionando obter essas complexidades para os requisitos funcionais utilizados, na MCREF, estão apresentados, no Anexo 3.

Averiguando os subfatores que classificam a complexidade do RFN001, apresentado no Anexo 3, como “*Inadequado*”, nota-se que o subfator, “*Qtde Funcionalidades*”, que apresenta 21 funcionalidades, multiplicado pelo peso 0,97, obtido no estudo empírico, resulta ao subfator uma complexidade igual a 20,37, ou seja, superior ao estabelecido na classificação de complexidade ao subfator aplicado na métrica, ou seja, maiores que 5 e menores que 10.

Lembra-se que a classificação da Complexidade do Subfator do Requisito é resultante de testes empíricos realizados, sendo que o valor da classificação “Baixa” foi atribuído, pelo desenvolvedor, embasado em sua experiência profissional; a classificação “Média” corresponde ao dobro do valor atribuído na classificação baixa; a classificação “Alta” corresponde a valores maiores que a classificação média e menores que a classificação “Inadequado”; e para esta última classificação, o valor atribuído corresponde ao dobro da classificação média. A classificação “Inadequado” indica que a quantidade de elementos definidos para o subfator de complexidade (SfC) no requisito, multiplicada pelo peso do fator de complexidade do requisito, excede o valor atribuído à classificação “Alta”, conforme descrito na seção 5.3.

Nesse caso, de acordo com a descrição da seção 5.3, é recomendada a reestruturação do requisito ou, ao requisito em análise deverá ser atribuída “Complexidade Requisito Inadequado” (CRi), ou seja, irá manter a estrutura do requisito funcional em análise, mesmo com um ou mais subfatores de complexidade classificados como inadequados.

Na análise dos subfatores que elevam a complexidade do RFN002, apresentado no Anexo 3, como “*Média Baixa*”, observou-se que o subfator, “*Qtde Variáveis de Entrada*”, consta com 22 variáveis, o qual multiplicado pelo peso 0,85 resulta, ao subfator, uma complexidade de 18,7, definida como “*Alta*”, na classificação de complexidade.

Além desse subfator, constatou-se que o subfator, “*Qtde Restrições p/ Variáveis de Entrada*”, apresenta 7 variáveis, o qual multiplicado pelo peso 0,92, gera, ao subfator, uma complexidade de 6,44, também definida como “*Alta*”, na classificação de complexidade.

Avaliando as classificações de complexidade produzidas pelos requisitos, a partir a experiência do analisador, percebe-se que realmente o resultado reflete a realidade, na implementação de um requisito de software, ou seja, os resultados obtidos pelos requisitos equivalem aos recursos necessários especificados para o seu desenvolvimento, abrangendo, desde o de menor complexidade, o RFN014, até o de maior complexidade, o RFN002.

Outra questão importante é em relação aos subfatores que classificam a complexidade como “*Inadequado*”, a qual, em consonância com o descrito na seção 5.3, indica que a quantidade de elementos definidos para o

subfator de complexidade (SfC) no requisito, multiplicada pelo peso do fator de complexidade do requisito, excede o valor atribuído à classificação “Alta”.

Para referida complexidade, é recomendada a reestruturação do requisito ou, ao requisito em análise deverá ser atribuída “Complexidade Requisito Inadequado” (CRi), ou seja, irá manter a estrutura do requisito funcional em análise, mesmo com um ou mais subfatores de complexidade classificados como inadequados, tendo como peso o maior valor apresentado na Tabela 16, multiplicado pela quantidade de vezes em que o Subfator de Complexidade (SfC) de requisitos classificado como inadequado para o requisito funcional em análise.

## **8.2 Sistema de Acompanhamento Técnico e Físico de Atletas**

A documentação de especificações de requisitos referente a um sistema de acompanhamento técnico e físico de atletas, em todas as categorias de um clube de futebol profissional, foi desenvolvida por Carlos Roberto Paviotti, aluno do Curso de Mestrado em Ciência da Computação da UNIMEP, referente ao trabalho prático, com a utilização do *template IEEE STD 830-1998*, e servindo como artefato para a dissertação de conclusão de Mestrado, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Eduardo Galvão Martins.

A mencionada documentação é composta por 32 requisitos funcionais. Aplicando-se a métrica MCRéF, foram obtidos os seguintes resultados:

**TABELA 26 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA MCREF – SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E FÍSICO DE ATLETAS**

| COMPLEXIDADE DO REQUISITO |   |              |      |               |              |
|---------------------------|---|--------------|------|---------------|--------------|
| ID                        | REQUISITO   | COMPLEXIDADE | INAD | CLASSIFICAÇÃO | COMPL INADEQ |
| RF001                     | Efetuar Login   |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| RF002                     | Manter Usuário  | 14,26        |      | Baixa         |              |
| RF003                     | Registrar Pré-Cadastro  | 28,07        |      | Média Baixa   |              |
| RF004                     | Manter Dados Básicos do Atleta  |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| RF005                     | Manter Dados Básicos do Atleta Aprovado "Peneira"                                   |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| RF006                     | Promover Atleta de Categoria/Classificação  | 13,02        |      | Baixa         |              |
| RF007                     | Avaliar Atleta "Peneira"  | 18,43        |      | Baixa         |              |
| RF008                     | Registrar Perímetros e Simetrias  | 15,96        |      | Baixa         |              |
| RF009                     | Gerar Gráfico de Simetrias  | 14,64        |      | Baixa         |              |
| RF010                     | Manter Simetrias  | 11,59        |      | Baixa         |              |
| RF011                     | Manter Protocolos de Percentual de Gordura  | 12,51        |      | Baixa         |              |
| RF012                     | Obter e Registrar Percentual de Gordura G%  | 18,70        |      | Baixa         |              |
| RF013                     | Registrar Dados Antropométricos   | 17,97        |      | Baixa         |              |
| RF014                     | Registrar Dobras Cutâneas   | 21,03        |      | Baixa         |              |
| RF015                     | Manter Eventos Clínicos   | 11,59        |      | Baixa         |              |
| RF016                     | Manter Registro Clínico (Lesão, Fratura, Cirurgia ou Patologia)                     | 14,04        |      | Baixa         |              |
| RF017                     | Registrar Eventos Clínicos (Lesão, Fratura, Cirurgia ou Patologia) - Vetar Atleta   | 24,10        |      | Baixa         |              |
| RF018                     | Registrar Eventos Clínicos (Lesão, Fratura, Cirurgia ou Patologia) - Liberar Atleta | 16,94        |      | Baixa         |              |
| RF019                     | Gerar Histórico Clínico Geral   | 12,32        |      | Baixa         |              |
| RF020                     | Registrar Anamnese Inicial  | 19,61        |      | Baixa         |              |
| RF021                     | Manter Testes   | 12,45        |      | Baixa         |              |
| RF022                     | Definir Programação de Testes   |              | 2    | Inadequado    | 182,00       |
| RF023                     | Realizar Testes de Desempenho Físico  | 15,26        |      | Baixa         |              |
| RF024                     | Obter o Resultado do Desempenho Físico por Teste ou Data                            | 12,40        |      | Baixa         |              |
| RF025                     | Obter o Resultado do Desempenho Físico do Atleta                                    | 11,48        |      | Baixa         |              |
| RF026                     | Caracterizar as Necessidades Técnico/Tático   | 16,00        |      | Baixa         |              |
| RF027                     | Convocar Atleta   |              | 2    | Inadequado    | 182,00       |
| RF028                     | Registrar Desempenho de Jogos   |              | 2    | Inadequado    | 182,00       |
| RF029                     | Realizar Treinamento  | 23,46        |      | Baixa         |              |
| RF030                     | Gerar Gráfico de Desempenho   | 10,51        |      | Baixa         |              |
| RF031                     | Definir Programação de Treinamentos   |              | 2    | Inadequado    | 182,00       |
| RF032                     | Manter Treino   | 17,49        |      | Baixa         |              |

Legenda:

RF – Requisito Funcional

O detalhamento visando à obtenção dessas complexidades para os requisitos funcionais utilizados, na MCRéF, estão apresentados, no Anexo 4.

Verificando os subfatores que classificam a complexidade do RF022, apresentado, no Anexo 4, como “*Inadequado*”, constata-se que são os subfatores, “*Qtde Funcionalidades*” e “*Qtde Níveis Hierárquicos das Funcionalidades*”, que o levam a tal classificação, sendo que o primeiro subfator de complexidade possui 16 funcionalidades, o qual multiplicado pelo peso 0,97, resulta, ao subfator, uma complexidade de 15,52, e o segundo subfator de complexidade apresenta 6 níveis hierárquicos, o qual multiplicado pelo peso 0,90, gera, ao subfator, uma complexidade de 5,40, as quais extrapolam o estabelecido na classificação de complexidade ao subfator aplicado na métrica, ou seja, maiores que 5 e menores do que 10, e, maiores que 2 e menores do que 4, respectivamente.

Nesse caso, conforme descrito na seção 5.3, é recomendada a reestruturação dos requisitos; caso a reestruturação não ocorra, o requisito funcional terá como complexidade o maior valor apresentado, na Tabela 16, multiplicado pela quantidade de vezes em que o Subfator de Complexidade (SfC) de requisitos foi classificado como inadequado para o requisito funcional em análise, e neste caso, 2 subfatores de complexidade inadequados multiplicados por 91, resultando 182 para complexidade do requisito, classificando-os como “*Inadequado*”.

Analisado as classificações de complexidade obtidas pelos requisitos, a partir a experiência do avaliador, verifica-se que realmente o resultado reflete a realidade, na implementação de um requisito de software, ou seja, os resultados obtidos pelos requisitos equivalem aos recursos necessários especificados para o seu desenvolvimento.

Outra questão importante é referente aos requisitos ligados à manutenção de cadastros (RF002, RF010, RF011, RF015, RF016, RF021 e RF032), que praticamente envolvem as mesmas funcionalidades, sendo diferenciados em sua classificação de complexidade, pelas variáveis e *stakeholders* relacionados aos mesmos.

### 8.3 SGDoc – Sistema Gerenciador de Documentos

O SGDoc - Sistema Gerenciador de Documentos - foi desenvolvido por Cesar Ueliton Boaventura da Cruz, Renata Defavari Peressim, Thiago Capóssoli e Vitor Cesar Balan, alunos do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da CNEC-FACECAP, em atendimento ao trabalho de conclusão de curso, sob a orientação do Prof. Carlos Roberto Paviotti.

Dentre os artefatos gerados nas fases iniciais do ciclo de vida de um projeto de software, possíveis para aplicação da MCRéF, foram utilizados o Diagrama de Caso de Uso e os Cenários de Casos de Uso.

Para utilização da MCRéF, nesse projeto, cada caso de uso do diagrama foi tratado, como sendo um requisito funcional do sistema. Essa aproximação foi necessária para que a MCRéF pudesse ser empregada, uma vez que ela não foi projetada para casos de uso.

A documentação de requisitos é composta por 16 casos de uso e seus respectivos cenários. Aplicando-se a métrica, foram obtidos os resultados, a seguir:

TABELA 277 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA MCREF – SISTEMA GERENCIADOR DE DOCUMENTOS

| COMPLEXIDADE DO REQUISITO |                                   |              |      |               |              |
|---------------------------|-----------------------------------|--------------|------|---------------|--------------|
| ID                        | REQUISITO                         | COMPLEXIDADE | INAD | CLASSIFICAÇÃO | COMPL INADEQ |
| UC001                     | Efetuar Login                     | 17,96        |      | Baixa         |              |
| UC002                     | Manter Usuário                    | 22,79        |      | Baixa         |              |
| UC003                     | Gerenciar Restrição de Acesso     | 15,95        |      | Baixa         |              |
| UC004                     | Manter Cliente                    | 32,16        |      | Média Baixa   |              |
| UC005                     | Manter Localização Física         | 19,54        |      | Baixa         |              |
| UC006                     | Manter Documento                  |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| UC007                     | Gerenciar Tipo de Documento       | 17,60        |      | Baixa         |              |
| UC008                     | Gerenciar Status do Documento     | 15,95        |      | Baixa         |              |
| UC009                     | Manter Documento Digitalizado     |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| UC010                     | Compor Grupo                      | 19,33        |      | Baixa         |              |
| UC011                     | Emitir Etiqueta                   | 18,61        |      | Baixa         |              |
| UC012                     | Movimentar Documento              |              | 1    | Inadequado    | 91,00        |
| UC013                     | Visualizar Documento Digitalizado | 17,33        |      | Baixa         |              |
| UC014                     | Transmitir Documento Digitalizado | 19,89        |      | Baixa         |              |
| UC015                     | Localizar Documento               | 18,57        |      | Baixa         |              |
| UC016                     | Emitir Relatório                  | 16,67        |      | Baixa         |              |

Legenda:

UC – Use Case – Caso de Uso

O detalhamento objetivando a obtenção dessas complexidades para os requisitos funcionais utilizados, na MCREF, estão apresentados, no Anexo 5.

Verificando os subfatores que classificam a complexidade do UC006, UC009 e UC012, apresentados no Anexo 5, como “*Inadequado*”, constata-se que é o subfator, “*Qtde Funcionalidades*,” que o leva à tal classificação.

Na análise dos subfatores que elevam a complexidade do UC003 apresentado, no Anexo 5, como “*Média Baixa*”, verificou-se que o subfator, “*Qtde Variáveis de Entrada*”, consta com 18 variáveis, o qual multiplicado pelo peso 0,85, resulta, ao subfator, uma complexidade de 15,3, definida como “*Alta*”, na classificação de complexidade.

Além desse subfator, observa-se que o subfator, “*Qtde Funcionalidades*”, consta com 9 funcionalidades, o qual multiplicado pelo peso 0,97, resulta, ao subfator, uma complexidade de 8,73, também definida como “*Alta*”, na classificação de complexidade.



Avaliando as classificações de complexidade obtidas pelos requisitos, a partir a experiência do analisador, percebe-se que resultado está coerente e reflete a realidade na implementação de um requisito de software, ou seja, os resultados produzidos pelos requisitos equivalem aos recursos necessários, especificados para o seu desenvolvimento.

Um fator importante reporta-se ao tratamento dado ao diagrama de caso de uso, para ser utilizado como requisito funcional do sistema, que por este fato, possa gerar a extração inadequada ou incoerente para tratamento o realizado.

## 9 CONCLUSÃO

Com a evolução das técnicas de Engenharia de Software, tornou-se possível melhorar a qualidade do software, através da normatização e definição dos processos de desenvolvimento, (em conformidade com os requisitos), para garantir um produto final que satisfaça às expectativas do cliente, segundo o acordado.

As tarefas de qualificar e medir um software estão presentes, desde a fase da concepção (requisitos), até a entrega do produto. No entanto, pouco tem sido explorado, na área de Engenharia de Requisitos, sobre o uso de métricas de complexidade, podendo-se identificar, momentaneamente, apenas dois trabalhos sobre o assunto (Kanjilal *et al.*, 2009; Regnell *et al.*, 2008).

No contexto dos requisitos, não existe uma métrica específica, mas é possível obtê-la com uma classificação ou, simplesmente, atribuição do grau de complexidade de um único requisito ou de um conjunto de requisitos no sistema, os quais devem estar apresentados em um documento de especificação de requisitos (*Template Volere*, *Template IEEE STD 830-1998* ou outro), permitindo distinguir suas principais características, nos artefatos ou diagramas nele contidos, a saber: tratamento das funcionalidades; entradas e saídas; dependências ou acoplamentos; decomposição, restrições e quantidade de *stakeholders* envolvidos.

Esse trabalho compreendeu o desenvolvimento de uma métrica de complexidade de requisitos funcionais denominada MCRéF, ou seja, uma métrica para aferir o quão complexo é um requisito.

Após a revisão bibliográfica para o trabalho em pauta, foi adotada a seguinte metodologia de desenvolvimento, na elaboração e avaliação da MCRéF:

(i) Desenvolvimento de estudos de caso com foco na elicitação, especificação e validação de requisitos, baseados em contextos reais, dentre eles: a) Criação de um documento de especificação de requisitos, utilizando o *template Volere*, referente a um sistema de monitoramento e captação de frequências cardíacas, para avaliar a função autonômica do coração (em seres humanos); b) Criação de um documento de especificação de requisitos, utilizando o *template IEEE STD 830-1998*, referente ao sistema de acompanhamento técnico e físico de atletas, em todas as categorias de um clube de futebol profissional, proporcionando levar da teoria à prática, todas as etapas existentes na Engenharia de Requisitos;

(ii) Criação de uma Métrica de Complexidade de Requisitos, identificando: a) Principais variáveis que influenciam na complexidade dos requisitos; b) Relação entre essas variáveis; c) Pesos dessas variáveis, obtidas através do estudo empírico realizado com aplicação de um questionário junto aos profissionais de desenvolvimento de software; d) Modelo Matemático para definir a complexidade de requisitos;

(iii) Aplicação da métrica, nos documentos de especificação de requisitos desenvolvidos nos estudos de caso;

(iv) Análise e discussão dos resultados obtidos com a aplicação da métrica, em três estudos de caso.

Com a definição dos fatores de complexidade e seus respectivos pesos e classificações, juntamente com o modelo matemático, para a obtenção da complexidade do requisito, foi aplicada, em contextos reais de requisitos já especificados, a proposta dessa métrica de complexidade. Com complexidade e a classificação obtidas para os requisitos, tornou-se possível comparar os resultados entre os requisitos e verificar a eficiência da métrica proposta.

Para fins específicos de obtenção de pesos aos fatores de complexidade, foi utilizado o instrumento básico de coleta de dados, questionário, composto de quatro fatores, divididos em 12 subfatores, com 5 alternativas cada, cujas medidas foram baseadas na escala de *Likert* (1932).

Os fatores considerados pelo estudo empírico foram alcançados por meio de revisão bibliográfica sobre complexidade de requisitos e, também, pelos estudos de caso desenvolvidos ao longo dessa pesquisa, utilizando os *templates Volere* e IEEE STD 830-1998, para documentação de requisitos, com os fatores: *variáveis de entrada e saída do sistema, Stakeholders, Interfaces Externas ao sistema e Funcionalidades do sistema*. Através desse instrumento de coleta de dados, os participantes puderam expressar sua opinião sobre cada uma das questões afirmativas.

Finalizada a tabulação dos dados da pesquisa, no software estatístico, SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences – versão 13.0*) (SPSS, 2010), o instrumento utilizado para coletar dados foi submetido a uma avaliação de confiabilidade, por meio do Coeficiente Alfa de *Cronbach*.

Além da avaliação da consistência interna geral do instrumento, o Alfa de *Cronbach* foi utilizado para analisar individualmente cada quesito (fator e subfator de complexidade) considerado na pesquisa.

Portanto, o presente trabalho contribui para o desenvolvimento de sistemas que empreguem os conceitos e técnicas da Engenharia de Requisitos, através de uma métrica de complexidade de requisitos, ou seja, que tenham capacidade de aferir o quão complexo é um requisito, antes mesmo de começar a construí-lo, identificando tal complexidade, nas fases iniciais de um ciclo de vida de um projeto de software.

Vislumbra-se a possibilidade de expansão desse trabalho, sugerindo-se, como trabalhos futuros, o desenvolvimento de um método para obtenção da complexidade do conjunto de requisitos existentes em um projeto, viabilizando classificar a complexidade dos requisitos do sistema como um todo. Também sugere-se o desenvolvimento de um software de apoio à métrica proposta (MCRéF).

Além destas sugestões, tal métrica poderá: ser ferramenta para estipular o custo do software, em virtude da complexidade compreendida pelo requisito, sendo cobrado pelo grau de dificuldade para sua execução; prever o tempo de desenvolvimento do requisito mediante a complexidade apresentada, associada aos recursos necessários para execução do mesmo; estimar o prazo de entrega dos módulos do sistema; estabelecer os recursos necessários (hardware, software, profissionais etc.) e qualificar o software, através da forma de tratamento da complexidade exigida pelo requisito.

Em assim sendo, acredita-se que esse estudo aponta para um trabalho promissor, tornando exequível o avanço de novas pesquisas, na área de Engenharia de Requisitos.

## Referências Bibliográficas

BOEHM, B. W.; PAPACCIO, P. N. **Understanding and controlling software costs**; In: IEEE Transactions on Software Engineering, p.1462-1477, Vol. 14, Nº 10,1988.

CARVALHO, A.M.B.R.; CHIOSSI, T.C.S. **Introdução à Engenharia de Software**; Campinas: Editora da Unicamp, 2001.

CARVALHO, A.; CHIOSSI, T.; DRACH, M. **Aplicabilidade de Métricas por Pontos de Função a Sistemas Baseados em Web**; In: Workshop em Engenharia de Requisitos, Rio de Janeiro, 2006.

DE GRANDE, J.I.; MARTINS, L.E.G. **Uma Ferramenta para Gerenciamento de Requisitos**; Rio de Janeiro: WER, 2006.

EL, EMAM. **Causal Analyses of the Requirements Change Process for a Large System**; IESEReport No. 054.97/E, 1997.

FENTON, N.E.; PFLEEGER, S.L. **Software Metrics – A Rigorous and Practical Approach**; PWS Publishing Company, 2ª ed., 1997.

GUSTAFSON, D.A. **Teoria e Problemas de Engenharia de Software**; Porto Alegre: Bookman, 2003.

HAIR, J.F. et all. **Multivariate Data Analysis**. New York: Prentice-Hall, 1995, 4th ed

IEEE, **IEEE Std 830-1998 Software Requirements Specification**, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 345 East 47th Street, New York, 1998.

JACOBSON, I. et al. **Object-Oriented Software Engineering**; Addison-Wesley, 1992.

KAN, S.H. **Metrics and Models in Software Quality Engineering**; Addison–Wesley, 2002.

KANJILAL, A.; SENGUPTA, S.; BHATTACHARYA, S. **Analysis of Complexity of Requirements: A Metrics based Approach**; In: ISEC'09, p.131-132, Pune, India, 2009.

KINNEAR, T. C.; TAYLOR, J. R. **Marketing Research: An Applied Approach**. New York: McGraw Hill, 1991.

KOSCIANSKI, A.; SOARES, M.S. **Qualidade de Software**; São Paulo: Novatec, 2006.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements Engineering: Processes and Techniques**; John Wiley & Son, Chichester, Englad, 1998.

LIKERT, R. **A Technique for the Measurement of Attitudes**. Archives of Psychology, 1932.

MALHOTRA, N. K. **Marketing Research: An Applied Orientation**. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

MARTINS, L.E.G. **Uma Metodologia de Elicitação de Requisitos de Software Baseada na Teoria da Atividade**; Tese de Doutorado (UNICAMP), Campinas, SP, agosto de 2001.

MARTINS, L.E.G.; DALTRINI, B.M. **Utilização dos Preceitos da Teoria da Atividade na Elicitação dos Requisitos do Software**; SBES - XIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Florianópolis, 1999.

MEDEIROS, E. **Desenvolvendo Software com UML 2.0.**; São Paulo: Makron Books, 2004.

PARK, S.; NAG, J. **Requirements Management in Large Software System Development**; IEEE, p. 2680-2685, Vol. 3, 1998.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de Dados Qualitativos: Estratégias Metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais**. 3ª ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001.

PETERS, J.F.; PEDRYCZ, W. **Engenharia de Software – Teoria e Prática**; Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PFLEEGER, S.L. **Engenharia de Software: teoria e prática**; Prentice Hall, 2ª ed., 2004.

PRESSMAN, R.S. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**; McGraw-Hill, 5ª ed., 2001.

REGNELL, B.; SVENSSON, R.; WNUK, K. **Can We Beat the Complexity of Very Large-Scale Requirements Engineering?**; 14<sup>th</sup> International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (REFSQ 2008), p.123-128, Montpellier, France, junho de 2008.

ROBERTSON, J.; ROBERTSON, S. **Volere: Requirements Specification Template**; London: Addison-Wesley, 2009. Disponível em <<http://www.volere.co.uk/template.htm>> Acesso em: 19/12/2009.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**; Addison Wesley, 6ª ed., 2003.

SPSS – **Statistical Package for the Social Sciences**. Disponível em <<http://www.spss.com.br>> Acesso em: 10/11/2010.

TRAVASSOS, G.H.; GUROV, D.; AMARAL, E.A.G. **Introdução à Engenharia de Software Experimental**. Relatório Técnico ES-590/02, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE UFRJ. 2002.

ZHAO, Yuan; TAN, Hee Beng Kuan; ZHANG, Wei. **Software Cost Estimation through Conceptual Requirement**; In: Third International Conference On Quality Software (QSIC'03), p.141, 2003.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**; Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

**Anexo 1 – Carta-Convite enviada através de Correio Eletrônico**

Prezado Sr(a)

Meu nome é Carlos Roberto Paviotti, sou aluno do Mestrado em Ciência da Computação da UNIMEP, orientado pelo Prof. Dr. Luiz Eduardo Galvão Martins.

Estamos realizando uma pesquisa direcionada à Engenharia de Requisitos, focando a complexidade do requisito e também o conjunto de requisitos do sistema.

Gostaríamos de contar com sua colaboração no atendimento ao questionário em anexo, e o envio do mesmo para o e-mail [crpaviotti@terra.com.br](mailto:crpaviotti@terra.com.br), até o dia 05/11/2010.

Sua participação será de grande importância para pesquisa, e não tomará mais que 5 minutos de seu tempo.

Desde já agradecemos pela atenção,

Atenciosamente,  
Carlos Roberto Paviotti  
Mestrando em Ciência da Computação-UNIMEP  
[crpaviotti@terra.com.br](mailto:crpaviotti@terra.com.br)



## Anexo 2 – Questionário

### FORMULÁRIO – ASPECTOS GERAIS DE ESTUDO

#### IDENTIFICAÇÃO PESSOAL

|   |         |
|---|---------|
| Nome:   |         |
| Idade:  | E-mail: |
| Formação Acadêmica:   |         |
| <input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> Pós-Graduado/Especialista <input type="checkbox"/> Mestrando <input type="checkbox"/> Mestre <input type="checkbox"/> Doutorando <input type="checkbox"/> Doutor |         |

#### IDENTIFICAÇÃO PROFISSIONAL

|   |  |
|---|--|
| Área de Atuação:  | Cargo Desempenhado:  |
| Tempo em que atua nesta área:   |  |
| <input type="checkbox"/> até 12 meses <input type="checkbox"/> 13 a 24 meses <input type="checkbox"/> 25 a 36 meses <input type="checkbox"/> 37 a 60 meses <input type="checkbox"/> acima de 60 meses                     |  |
| Como você classifica a sua <u>experiência profissional</u> com a Engenharia de Software?  | Como você classifica o seu <u>conhecimento</u> com a Engenharia de Software?   |
| <input type="checkbox"/> nenhuma experiência<br><input type="checkbox"/> experiência em sala de aula<br><input type="checkbox"/> experiência em empresa<br><input type="checkbox"/> experiência em sala de aula e empresa | <input type="checkbox"/> nenhum conhecimento<br><input type="checkbox"/> conhecimento em sala de aula<br><input type="checkbox"/> conhecimento em empresa<br><input type="checkbox"/> conhecimento em sala de aula e empresa |
| Como você classifica a sua <u>experiência profissional</u> com a Engenharia de Requisitos?  | Como você classifica o seu <u>conhecimento</u> com a Engenharia de Requisitos?   |
| <input type="checkbox"/> nenhuma experiência<br><input type="checkbox"/> experiência em sala de aula<br><input type="checkbox"/> experiência em empresa<br><input type="checkbox"/> experiência em sala de aula e empresa | <input type="checkbox"/> nenhum conhecimento<br><input type="checkbox"/> conhecimento em sala de aula<br><input type="checkbox"/> conhecimento em empresa<br><input type="checkbox"/> conhecimento em sala de aula e empresa |
| Como você classifica o seu grau de experiência em Desenvolvimento de Software?  |  |
| <input type="checkbox"/> nenhuma experiência<br><input type="checkbox"/> experiência em sala de aula<br><input type="checkbox"/> experiência em empresa<br><input type="checkbox"/> experiência em sala de aula e empresa |  |

#### JUSTIFICATIVA

O propósito desse questionário é auxiliar no estudo que pretende contribuir para o desenvolvimento de sistemas que empreguem os conceitos e técnicas da Engenharia de Requisitos, através da proposta de desenvolvimento de uma métrica de complexidade de requisitos, ou seja, aferir o quão complexo é um requisito e também o conjunto de requisitos do sistema, antes mesmo de começar a construí-lo, identificando tal complexidade, nas fases iniciais de um ciclo de vida de um projeto de software.

A crescente evolução de sistemas de software, em que a complexidade e o tamanho de seu conjunto de requisitos são fatores primordiais desse progresso, possibilita aperfeiçoar os métodos, técnicas e ferramentas já existentes e empregadas, na Engenharia de Requisitos. Atualmente, existem métricas para estimar tamanho e funcionalidade de sistemas de software, algo que era um desafio para as empresas de software em décadas passadas, e métricas como ponto de função e a pontos de caso de uso são empregadas com excelentes resultados para esse propósito, mas uma métrica especificamente de requisitos do software não existe nenhuma.

Sendo parte integrante das fases da Engenharia de Software, a Engenharia de Requisitos consiste no conjunto de técnicas empregadas nos processos envolvidos no desenvolvimento dos requisitos do sistema, ou seja, levantamento, detalhamento, documentação e validação dos requisitos. O resultado do conjunto de requisitos é um Documento de Especificação de Requisitos de Software, em que o grau de entendimento e a precisão da descrição fornecida tendem a ser proporcionais ao grau de qualidade do produto resultante.

No contexto dos requisitos, não existe uma métrica específica, mas é possível obtê-la através da classificação ou, simplesmente, atribuição do grau da complexidade de um único requisito ou de um conjunto de requisitos, os quais devem estar apresentados em um documento de especificação de requisitos (Template Volere, Template IEEE STD 830-1998 ou outro), possibilitando identificar suas principais características nos artefatos ou diagramas nele contidos, sendo: tratamento das funcionalidades; entradas e saídas; dependências ou acoplamentos; decomposição, restrições e quantidade de *stakeholders* envolvidos.

Para a criação dessa Métrica de Complexidade de Requisitos, primeiramente, se fez necessário identificar os principais fatores que influenciam na complexidade dos requisitos, e a necessidade de um peso para estes. É na definição desses pesos que está sendo solicitada a sua colaboração, no projeto.

## QUESTIONÁRIO

A partir das perguntas abaixo, classifique os fatores e subfatores de complexidade identificados nos requisitos, de acordo com a escala de 1 (um) a 5 (cinco), onde 1 (um) representa nenhuma importância e 5 (cinco), extremamente importante, conforme apresentado abaixo.

[1] Nenhuma Importância

[2] Pouco Importante

[3] Importante

[4] Muito Importante

[5] Extremamente Importante

Comente cada pergunta, buscando explicitar os possíveis problemas, dificuldade e/ou sugestões. Após procure identificá-las através de sua numeração e elaborar um comentário na área reservada, denominada Comentários Gerais, esta área poderá ser utilizada também para qualquer outro tipo de comentário desejado:

**Q1** [ ] Variáveis de Entrada e Saída - Representam valores a serem tratados para ao atendimento do requisito, sendo representadas por identificadores, ou seja, um rótulo para cada variável.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q2** [ ] *Stakeholders* - Conforme relatado por Regnell, Svensson e Wnuk, um dos fatores responsáveis pela elevação da complexidade da engenharia de requisitos é um grande e diversificado conjunto de *stakeholders*, tanto externos, como internos ao sistema.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q3** [ ] Interfaces Externas - Maneira como o sistema interage com as pessoas, com o hardware do sistema, com outros sistemas e com outros produtos.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q4** [ ] Funcionalidades - Funcionalidade (ou atividade) é definida como um comportamento ou uma ação para a qual possam ser visualizados um início e um fim, isto é: algo passível de execução.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q1.1** [ ] Quantidade de Variáveis de Entrada

**Q1.2** [ ] Quantidade de Variáveis de Saída

- Requisito com grande número de variáveis possivelmente terá uma complexidade maior em comparação aos requisitos com poucas variáveis, pois as variáveis, independentemente de serem de entrada ou saída, necessitam ser tratadas para que apresentem o resultado necessário a que se destinam.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q1.3** [ ] Quantidade de Restrições para Variáveis de Entrada

**Q1.4** [ ] Quantidade de Restrições para Variáveis de Saída

- Quantidade Restrições sobre as variáveis do Requisito, por exemplo: Variáveis de entrada - a data de nascimento não poderá ser maior ou igual à data atual, a altura e o peso não poderão receber valores negativos; Variáveis de saída - a idade é obtida através da data de nascimento armazenada e o IMC é o resultado do peso/alt<sup>2</sup>.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q2.1** [ ] Quantidade de Atores Humanos

- Quantidade de Atores representando certo tipo de *stakeholders* – possivelmente um grande número de *stakeholders* atribuído ao requisito terá uma complexidade maior em comparação a requisitos com poucos *stakeholders* envolvidos, pois estes deverão estar relacionados no mínimo com uma funcionalidade do sistema, necessitando ser tratadas para que apresentem o resultado necessário a que se destinam.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q2.2** [ ] Quantidade de Níveis Hierárquicos para Atores

- Quantidade dos níveis hierárquicos existentes para os atores – a cada nível hierárquico criado indica-se que há necessidade de especificar e tratar as funcionalidades disponibilizadas para acesso em cada nível.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q3.1** [ ] Quantidade de Atores que representam Dispositivos

- Quantidade de Atores representando dispositivos, como por exemplo: sensores, placas, atuadores etc. necessitam ser tratados para a interação junto ao sistema.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q3.2** [ ] Quantidade de Atores que representam Outros Sistemas

- Quantidade de Atores representando outros sistemas, os quais apresentam a necessidade do desenvolvimento de alguma tecnologia para interação entre eles.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q4.1** [ ] Quantidade de Funcionalidades

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q4.2** [ ] Quantidade de Níveis Hierárquicos das Funcionalidades

- Quantidade de funcionalidades existentes para execução de um requisito.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q4.3** [ ] Quantidade Pré-Condições

- Condições necessárias estabelecidas em Pré-Condição para o requisito.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Q4.4** [ ] Quantidade Pós-Condições

- Condições necessárias estabelecidas em Pós-Condição para o requisito.

Comentário: \_\_\_\_\_

**Comentários Adicionais:**

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

### Anexo 3 – Planilha de Cálculo da MCReF - Sistema de Monitoramento e Captação de Frequências Cardíacas

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)           | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO | CLASSIFICAÇÃO |            | RFN001     |              |            | RFN002 |              |         | RFN003 |              |         | RFN004 |              |         | RFN005 |              |            | RFN006 |              |         |       |
|--------------------------------------|--|------|---------------|------------|------------|--------------|------------|--------|--------------|---------|--------|--------------|---------|--------|--------------|---------|--------|--------------|------------|--------|--------------|---------|-------|
|                                      |  |      |               |            | QTDE       | COMPLEXIDADE | CLASSIF    | QTDE   | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLEXIDADE | CLASSIF    | QTDE   | COMPLEXIDADE | CLASSIF |       |
| Variáveis                            | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85 | 0 < X ≤ 6     | Baixa      | 13         | 11,05        | Média      | 22     | 18,7         | Alta    | 11     | 9,35         | Média   | 8      | 6,8          | Média   | 3      | 2,55         | Baixa      | 0      | 0            | -       |       |
|                                      |  |      | 6 < X ≤ 12    | Média      |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | 12 < X < 24   | Alta       |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | X ≥ 24        | Inadequado |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78 | 0             | 0 < X ≤ 4  | Baixa      | 0            | 0          | -      | 0            | 0       | -      | 0            | 0       | -      | 1            | 0,78    | Baixa  | 2            | 1,56       | Baixa  | 0            | 0       | -     |
|                                      |  |      |               | 4 < X ≤ 8  | Média      |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      |               | 8 < X < 16 | Alta       |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X ≥ 16     | Inadequado |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92 | 1             | 0 < X ≤ 3  | Baixa      | 1            | 0,92       | Baixa  | 7            | 6,44    | Alta   | 2            | 1,84    | Baixa  | 2            | 1,84    | Baixa  | 2            | 1,84       | Baixa  | 0            | 0       | -     |
|                                      |  |      |               | 3 < X ≤ 6  | Média      |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      |               | 6 < X < 12 | Alta       |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X ≥ 12     | Inadequado |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída | 0,84   | 1    | 0 < X ≤ 2     | Baixa      | 1          | 0,84         | Baixa      | 1      | 0,84         | Baixa   | 1      | 0,84         | Baixa   | 1      | 0,84         | Baixa   | 1      | 0,84         | Baixa      | 0      | 0            | -       |       |
|                                      |  |      | 2 < X ≤ 4     | Média      |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | 4 < X < 8     | Alta       |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | X ≥ 8         | Inadequado |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
| Stakeholders                         | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86 | 0 < X ≤ 1     | Baixa      | 1          | 0,86         | Baixa      | 1      | 0,86         | Baixa   | 1      | 0,86         | Baixa   | 1      | 0,86         | Baixa   | 1      | 0,86         | Baixa      | 1      | 0,86         | Baixa   |       |
|                                      |  |      | 1 < X ≤ 2     | Média      |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | X ≥ 4         | Inadequado |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67 | 1             | 0 < X ≤ 1  | Baixa      | 1            | 0,67       | Baixa  | 1            | 1       | Baixa  | 1            | 0,67    | Baixa  | 1            | 0,67    | Baixa  | 1            | 0,67       | Baixa  | 1            | 0,67    | Baixa |
|                                      |  |      |               | 1 < X ≤ 2  | Média      |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
| Interfaces Externas                  | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75 | 0 < X ≤ 1     | Baixa      | 0          | 0            | -          | 0      | 0            | -       | 0      | 0            | -       | 0      | 0            | -       | 0      | 0            | -          | 0      | 0            | -       |       |
|                                      |  |      | 1 < X ≤ 2     | Média      |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | X ≥ 4         | Inadequado |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      | Qtde.Atores representando Outros Sistemas    | 0,81 | 0             | 0 < X ≤ 1  | Baixa      | 0            | 0          | -      | 0            | 0       | -      | 0            | 0       | -      | 0            | 0       | -      | 0            | 0          | -      | 0            | 0       | -     |
|                                      |  |      |               | 1 < X ≤ 2  | Média      |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
| Funcionalidades                      | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97 | 0 < X ≤ 2,5   | Baixa      | 21         | 20,37        | Inadequado | 3      | 2,91         | Média   | 3      | 2,91         | Média   | 5      | 4,85         | Média   | 13     | 12,61        | Inadequado | 2      | 1,94         | Baixa   |       |
|                                      |  |      | 2,5 < X ≤ 5   | Média      |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | 5 < X < 10    | Alta       |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | X ≥ 10        | Inadequado |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9  | 2             | 0 < X ≤ 1  | Baixa      | 2            | 1,8        | Média  | 1            | 0,9     | Baixa  | 2            | 1,8     | Média  | 2            | 1,8     | Média  | 4            | 3,6        | Alta   | 1            | 0,9     | Baixa |
|                                      |  |      |               | 1 < X ≤ 2  | Média      |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      |               | 2 < X < 4  | Alta       |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X ≥ 4      | Inadequado |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84 | 0             | 0 < X ≤ 2  | Baixa      | 1            | 0,84       | Baixa  | 1            | 0,84    | Baixa  | 1            | 0,84    | Baixa  | 1            | 0,84    | Baixa  | 3            | 2,52       | Média  | 1            | 0,84    | Baixa |
|                                      |  |      |               | 2 < X ≤ 4  | Média      |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      |               | 4 < X < 8  | Alta       |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X ≥ 8      | Inadequado |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
| Qtde.Pós-condições                   | 0,81   | 0    | 0 < X ≤ 1     | Baixa      | 0          | 0            | -          | 0      | 0            | -       | 0      | 0            | -       | 0      | 0            | -       | 0      | 0            | -          | 0      | 0            | -       |       |
|                                      |  |      | 1 < X ≤ 4     | Média      |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | 4 < X < 8     | Alta       |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |
|                                      |  |      | X ≥ 8         | Inadequado |            |              |            |        |              |         |        |              |         |        |              |         |        |              |            |        |              |         |       |

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)           | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO | CLASSIFICAÇÃO |            | RFL007     |               |         | RFN008 |               |         | RFL009 |               |         | RFL010 |               |         | RFL011 |               |         | RFN012 |               |         |       |
|--------------------------------------|--|------|---------------|------------|------------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|-------|
|                                      |  |      |               |            | QTDE       | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF |       |
| Variáveis                            | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85 | 0 < X <= 6    | Baixa      | 3          | 2,55          | Baixa   | 2      | 1,7           | Baixa   | 1      | 0,85          | Baixa   | 1      | 0,85          | Baixa   | 1      | 0,85          | Baixa   | 1      | 0,85          | Baixa   |       |
|                                      |  |      | 6 < X <= 12   | Média      |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | 12 < X < 24   | Alta       |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 24       | Inadequado |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78 | 0,78          | 0 < X <= 4 | Baixa      | 1             | 0,78    | Baixa  | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -     |
|                                      |  |      |               | 4 < X <= 8 | Média      |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      |               | 8 < X < 16 | Alta       |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      |               | X >= 16    | Inadequado |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92 | 0,92          | 0 < X <= 3 | Baixa      | 0             | 0       | -      | 1             | 0,92    | Baixa  | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -     |
|                                      |  |      |               | 3 < X <= 6 | Média      |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      |               | 6 < X < 12 | Alta       |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      |               | X >= 12    | Inadequado |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída | 0,84   | 0,84 | 0 < X <= 2    | Baixa      | 0          | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 1      | 0,84          | Baixa   | 1      | 0,84          | Baixa   | 1      | 0,84          | Baixa   | 2      | 1,68          | Baixa   |       |
|                                      |  |      | 2 < X <= 4    | Média      |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | 4 < X < 8     | Alta       |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 8        | Inadequado |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
| Stakeholders                         | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 1          | 0,86          | Baixa   | 1      | 0,86          | Baixa   | 1      | 0,86          | Baixa   | 1      | 0,86          | Baixa   | 1      | 0,86          | Baixa   | 1      | 0,86          | Baixa   |       |
|                                      |  |      | 1 < X <= 2    | Média      |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 4        | Inadequado |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67 | 0,67          | 0 < X <= 1 | Baixa      | 2             | 1,34    | Média  | 1             | 0,67    | Baixa  | 1             | 0,67    | Baixa  | 1             | 0,67    | Baixa  | 1             | 0,67    | Baixa  | 1             | 0,67    | Baixa |
|                                      |  |      |               | 1 < X <= 2 | Média      |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
| Interfaces Externas                  | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 2          | 1,5           | Média   | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       |       |
|                                      |  |      | 1 < X <= 2    | Média      |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 4        | Inadequado |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      | Qtde.Atores representando Outros Sistemas    | 0,81 | 0,81          | 0 < X <= 1 | Baixa      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -      | 0             | 0       | -     |
|                                      |  |      |               | 1 < X <= 2 | Média      |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
| Funcionalidades                      | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97 | 0 < X <= 2,5  | Baixa      | 6          | 5,82          | Alta    | 2      | 1,94          | Baixa   | 2      | 1,94          | Baixa   | 5      | 4,85          | Média   | 1      | 0,97          | Baixa   | 9      | 8,73          | Alta    |       |
|                                      |  |      | 2,5 < X <= 5  | Média      |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | 5 < X < 10    | Alta       |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 10       | Inadequado |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9  | 0,9           | 0 < X <= 1 | Baixa      | 2             | 1,8     | Média  | 2             | 1,8     | Média  | 1             | 0,9     | Baixa  | 2             | 1,8     | Média  | 1             | 0,9     | Baixa  | 2             | 1,8     | Média |
|                                      |  |      |               | 1 < X <= 2 | Média      |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      |               | 2 < X < 4  | Alta       |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      |               | X >= 4     | Inadequado |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84 | 0,84          | 0 < X <= 2 | Baixa      | 0             | 0       | -      | 1             | 0,84    | Baixa  | 1             | 0,84    | Baixa  | 0             | 0       | -      | 1             | 0,84    | Baixa  | 1             | 0,84    | Baixa |
|                                      |  |      |               | 2 < X <= 4 | Média      |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      |               | 4 < X < 8  | Alta       |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      |               | X >= 8     | Inadequado |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
| Qtde.Pós-condições                   | 0,81   | 0,81 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 3          | 2,43          | Média   | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 1      | 0,81          | Baixa   | 0      | 0             | -       | 1      | 0,81          | Baixa   |       |
|                                      |  |      | 1 < X <= 4    | Média      |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | 4 < X < 8     | Alta       |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 8        | Inadequado |            |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |       |

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)           | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO       | CLASSIFICAÇÃO |            | RFN013 |               |         | RFN014 |               |         | RFN015 |               |         | RFL016 |               |         | RFL017 |               |         | RFN018 |               |         |
|--------------------------------------|--|------------|---------------|------------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|--------|---------------|---------|
|                                      |  |            |               |            | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE   | COMPLE XIDADE | CLASSIF |
| Variáveis                            | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85       | 0 < X <= 6    | Baixa      | 4      | 3,4           | Baixa   | 1      | 0,85          | Baixa   | 1      | 0,85          | Baixa   | 4      | 3,4           | Baixa   | 2      | 1,7           | Baixa   | 0      | 0             | -       |
|                                      |  |            | 6 < X <= 12   | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | 12 < X < 24   | Alta       |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | X >= 24       | Inadequado |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78       | 0 < X <= 4    | Baixa      | 1      | 0,78          | Baixa   | 0      | 0             | -       | 5      | 3,9           | Baixa   | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       |
|                                      |  |            | 4 < X <= 8    | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | 8 < X < 16    | Alta       |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | X >= 16       | Inadequado |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92       | 0 < X <= 3    | Baixa      | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       |
|                                      |  |            | 3 < X <= 6    | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | 6 < X < 12    | Alta       |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | X >= 12       | Inadequado |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída | 0,84   | 0 < X <= 2 | Baixa         | 0          | 0      | -             | 0       | 0      | -             | 2       | 1,68   | Baixa         | 2       | 1,68   | Baixa         | 2       | 1,68   | Baixa         | 0       | 0      | -             |         |
|                                      |  | 2 < X <= 4 | Média         |            |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  | 4 < X < 8  | Alta          |            |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  | X >= 8     | Inadequado    |            |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
| Stakeholders                         | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86       | 0 < X <= 1    | Baixa      | 1      | 0,86          | Baixa   | 0      | 0             | -       | 1      | 0,86          | Baixa   | 1      | 0,86          | Baixa   | 1      | 0,86          | Baixa   | 2      | 1,72          | Média   |
|                                      |  |            | 1 < X <= 2    | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | 2 < X < 4     | Alta       |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | X >= 4        | Inadequado |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67       | 0 < X <= 1    | Baixa      | 1      | 0,67          | Baixa   | 0      | 0             | -       | 1      | 0,67          | Baixa   | 1      | 0,67          | Baixa   | 1      | 0,67          | Baixa   | 1      | 0,67          | Baixa   |
|                                      |  |            | 1 < X <= 2    | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
| Interfaces Externas                  | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75       | 0 < X <= 1    | Baixa      | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       |
|                                      |  |            | 1 < X <= 2    | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | 2 < X < 4     | Alta       |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | X >= 4        | Inadequado |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      | Qtde.Atores representando Outros Sistemas    | 0,81       | 0 < X <= 1    | Baixa      | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       |
|                                      |  |            | 1 < X <= 2    | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
| Funcionalidades                      | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97       | 0 < X <= 2,5  | Baixa      | 1      | 0,97          | Baixa   | 0      | 0             | -       | 1      | 0,97          | Baixa   | 2      | 1,94          | Baixa   | 3      | 2,91          | Média   | 2      | 1,94          | Baixa   |
|                                      |  |            | 2,5 < X <= 5  | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | 5 < X < 10    | Alta       |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | X >= 10       | Inadequado |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9        | 0 < X <= 1    | Baixa      | 1      | 0,9           | Baixa   | 0      | 0             | -       | 1      | 0,9           | Baixa   | 1      | 0,9           | Baixa   | 2      | 1,8           | Média   | 1      | 0,9           | Baixa   |
|                                      |  |            | 1 < X <= 2    | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | 2 < X < 4     | Alta       |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | X >= 4        | Inadequado |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84       | 0 < X <= 2    | Baixa      | 1      | 0,84          | Baixa   | 0      | 0             | -       | 0      | 0             | -       | 2      | 1,68          | Baixa   | 2      | 1,68          | Baixa   | 0      | 0             | -       |
|                                      |  |            | 2 < X <= 4    | Média      |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | 4 < X < 8     | Alta       |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  |            | X >= 8        | Inadequado |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
| Qtde.Pós-condições                   | 0,81   | 0 < X <= 1 | Baixa         | 0          | 0      | -             | 2       | 1,62   | Média         | 0       | 0      | -             | 0       | 0      | -             | 0       | 0      | -             | 0       | 0      | -             |         |
|                                      |  | 1 < X <= 4 | Média         |            |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  | 4 < X < 8  | Alta          |            |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |
|                                      |  | X >= 8     | Inadequado    |            |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |        |               |         |

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)                | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO       | CLASSIFICAÇÃO |            | RFN019 |              |          | RFN020 |              |          | RFN021 |              |          |
|---|--|------------|---------------|------------|--------|--------------|----------|--------|--------------|----------|--------|--------------|----------|
|   |  |            |               |            | QTDE   | COMPLEXIDADE | CLASSIF  | QTDE   | COMPLEXIDADE | CLASSIF  | QTDE   | COMPLEXIDADE | CLASSIF  |
| Variáveis                                 | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85       | 0 < X <= 6    | Baixa      | 3      | 2,55         | Baixa    | 2      | 1,7          | Baixa    | 2      | 1,7          | Baixa    |
|   |  |            | 6 < X <= 12   | Média      |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | 12 < X < 24   | Alta       |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | X >= 24       | Inadequado |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78       | 0 < X <= 4    | Baixa      | 0      | 0            | -        | 0      | 0            | -        | 0      | 0            | -        |
|   |  |            | 4 < X <= 8    | Média      |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | 8 < X < 16    | Alta       |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | X >= 16       | Inadequado |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92       | 0 < X <= 3    | Baixa      | 0      | 0            | -        | 0      | 0            | -        | 0      | 0            | -        |
|   |  |            | 3 < X <= 6    | Média      |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | 6 < X < 12    | Alta       |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | X >= 12       | Inadequado |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída      | 0,84   | 0 < X <= 2 | Baixa         | 1          | 0,84   | Baixa        | 1        | 0,84   | Baixa        | 1        | 0,84   | Baixa        |          |
|   |  | 2 < X <= 4 | Média         |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  | 4 < X < 8  | Alta          |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  | X >= 8     | Inadequado    |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
| Stakeholders                              | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86       | 0 < X <= 1    | Baixa      | 1      | 0,86         | Baixa    | 1      | 0,86         | Baixa    | 1      | 0,86         | Baixa    |
|   |  |            | 1 < X <= 2    | Média      |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | 2 < X < 4     | Alta       |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | X >= 4        | Inadequado |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
| Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores         | 0,67   | 0 < X <= 1 | Baixa         | 1          | 0,67   | Baixa        | 1        | 0,67   | Baixa        | 1        | 0,67   | Baixa        |          |
|   |  | 1 < X <= 2 | Média         |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  | 2 < X < 4  | Alta          |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  | X >= 4     | Inadequado    |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
| Interfaces Externas                       | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75       | 0 < X <= 1    | Baixa      | 0      | 0            | -        | 0      | 0            | -        | 0      | 0            | -        |
|   |  |            | 1 < X <= 2    | Média      |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | 2 < X < 4     | Alta       |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | X >= 4        | Inadequado |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
| Qtde.Atores representando Outros Sistemas | 0,81   | 0 < X <= 1 | Baixa         | 0          | 0      | -            | 0        | 0      | -            | 0        | 0      | -            |          |
|   |  | 1 < X <= 2 | Média         |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  | 2 < X < 4  | Alta          |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  | X >= 4     | Inadequado    |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
| Funcionalidades                           | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97       | 0 < X <= 2,5  | Baixa      | 14     | 13,58        | nadequad | 13     | 12,61        | nadequad | 13     | 12,61        | nadequad |
|   |  |            | 2,5 < X <= 5  | Média      |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | 5 < X < 10    | Alta       |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | X >= 10       | Inadequado |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9        | 0 < X <= 1    | Baixa      | 2      | 1,8          | Média    | 2      | 1,8          | Média    | 2      | 1,8          | Média    |
|   |  |            | 1 < X <= 2    | Média      |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | 2 < X < 4     | Alta       |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | X >= 4        | Inadequado |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84       | 0 < X <= 2    | Baixa      | 0      | 0            | -        | 0      | 0            | -        | 0      | 0            | -        |
|   |  |            | 2 < X <= 4    | Média      |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | 4 < X < 8     | Alta       |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  |            | X >= 8        | Inadequado |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
| Qtde.Pós-condições                        | 0,81   | 0 < X <= 1 | Baixa         | 0          | 0      | -            | 0        | 0      | -            | 0        | 0      | -            |          |
|   |  | 1 < X <= 4 | Média         |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  | 4 < X < 8  | Alta          |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |
|   |  | X >= 8     | Inadequado    |            |        |              |          |        |              |          |        |              |          |

### Anexo 4 – Planilha de Cálculo da MCRéF - Sistema de Acompanhamento Técnico e Físico de Atletas

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)                | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO | CLASSIFICAÇÃO      | RF001              |              |            | RF002 |              |         | RF003 |              |         | RF004 |              |         | RF005      |              |         | RF006      |              |         |       |
|---|--|------|--------------------|--------------------|--------------|------------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|------------|--------------|---------|------------|--------------|---------|-------|
|   |  |      |                    | QTDE               | COMPLEXIDADE | CLASSIF    | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE       | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE       | COMPLEXIDADE | CLASSIF |       |
| Variáveis                                 | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85 | 0 <X <= 6 Baixa    | 1                  | 0,85         | Baixa      | 3     | 2,55         | Baixa   | 10    | 8,5          | Média   | 20    | 17           | Alta    | 10         | 8,5          | Média   | 0          | 0            | -       |       |
|   |  |      | 6 <X <= 12 Média   |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | 12 <X < 24 Alta    |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | X >= 24 Inadequado |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78 | 0                  | 0 <X <= 4 Baixa    | 0            | 0          | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -          | 0            | 0       | -          | 1            | 0,78    | Baixa |
|   |  |      |                    | 4 <X <= 8 Média    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      |                    | 8 <X < 16 Alta     |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      |                    | X >= 16 Inadequado |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92 | 1                  | 0 <X <= 3 Baixa    | 0            | 0,92       | Baixa | 0            | 0       | -     | 6            | 5,52    | Média | 20           | 18,4    | Inadequado | 14           | 12,88   | Inadequado | 1            | 0,92    | Baixa |
|   |  |      |                    | 3 <X <= 6 Média    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      |                    | 6 <X < 12 Alta     |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      |                    | X >= 12 Inadequado |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída      | 0,84   | 1    | 0 <X <= 2 Baixa    | 1                  | 0,84         | Baixa      | 1     | 0,84         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa   | 3     | 2,52         | Média   | 3          | 2,52         | Média   | 0          | 0            | -       |       |
|   |  |      | 2 <X <= 4 Média    |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | 4 <X < 8 Alta      |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | X >= 8 Inadequado  |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
| Stakeholders                              | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86 | 0 <X <= 1 Baixa    | 7                  | 6,02         | Inadequado | 1     | 0,86         | Baixa   | 2     | 1,72         | Média   | 2     | 1,72         | Média   | 2          | 1,72         | Média   | 3          | 2,58         | Alta    |       |
|   |  |      | 1 <X <= 2 Média    |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | 2 <X < 4 Alta      |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | X >= 4 Inadequado  |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
| Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores         | 0,67   | 2    | 0 <X <= 1 Baixa    | 1                  | 1,34         | Média      | 1     | 0,67         | Baixa   | 2     | 1,34         | Média   | 1     | 0,67         | Baixa   | 1          | 0,67         | Baixa   | 2          | 1,34         | Média   |       |
|   |  |      | 1 <X <= 2 Média    |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | 2 <X < 4 Alta      |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | X >= 4 Inadequado  |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
| Interfaces Externas                       | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75 | 0 <X <= 1 Baixa    | 0                  | 0            | -          | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0          | 0            | -       | 0          | 0            | -       |       |
|   |  |      | 1 <X <= 2 Média    |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | 2 <X < 4 Alta      |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | X >= 4 Inadequado  |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
| Qtde.Atores representando Outros Sistemas | 0,81   | 0    | 0 <X <= 1 Baixa    | 0                  | 0            | -          | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0          | 0            | -       | 0          | 0            | -       |       |
|   |  |      | 1 <X <= 2 Média    |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | 2 <X < 4 Alta      |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | X >= 4 Inadequado  |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
| Funcionalidades                           | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97 | 0 <X <= 2,5 Baixa  | 5                  | 4,85         | Média      | 7     | 6,79         | Alta    | 7     | 6,79         | Alta    | 8     | 7,76         | Alta    | 9          | 8,73         | Alta    | 5          | 4,85         | Média   |       |
|   |  |      | 2,5 <X <= 5 Média  |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | 5 <X < 10 Alta     |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | X >= 10 Inadequado |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9  | 1                  | 0 <X <= 1 Baixa    | 1            | 0,9        | Baixa | 1            | 0,9     | Baixa | 1            | 0,9     | Baixa | 1            | 0,9     | Baixa      | 2            | 1,8     | Média      | 1            | 0,9     | Baixa |
|   |  |      |                    | 1 <X <= 2 Média    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      |                    | 2 <X < 4 Alta      |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      |                    | X >= 4 Inadequado  |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84 | 0                  | 0 <X <= 2 Baixa    | 1            | 0          | -     | 1            | 0,84    | Baixa | 1            | 0,84    | Baixa | 1            | 0,84    | Baixa      | 2            | 1,68    | Baixa      | 1            | 0,84    | Baixa |
|   |  |      |                    | 2 <X <= 4 Média    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      |                    | 4 <X < 8 Alta      |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      |                    | X >= 8 Inadequado  |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
| Qtde.Pós-condições                        | 0,81   | 1    | 0 <X <= 1 Baixa    | 1                  | 0,81         | Baixa      | 1     | 0,81         | Baixa   | 2     | 1,62         | Média   | 2     | 1,62         | Média   | 2          | 1,62         | Média   | 1          | 0,81         | Baixa   |       |
|   |  |      | 1 <X <= 4 Média    |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | 4 <X < 8 Alta      |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |
|   |  |      | X >= 8 Inadequado  |                    |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |            |              |         |            |              |         |       |



| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)                | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO | CLASSIFICAÇÃO |            | RF007      |              |         | RF008 |              |         | RF009 |              |         | RF010 |              |         | RF011 |              |         | RF012 |              |         |       |
|---|--|------|---------------|------------|------------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|
|   |  |      |               |            | QTDE       | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF |       |
| Variáveis                                 | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85 | 0 < X <= 6    | Baixa      | 1          | 0,85         | Baixa   | 2     | 1,7          | Baixa   | 0     | 0            | -       | 1     | 0,85         | Baixa   | 1     | 0,85         | Baixa   | 0     | 0            | -       |       |
|   |  |      | 6 < X <= 12   | Média      |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | 12 < X < 24   | Alta       |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | X >= 24       | Inadequado |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78 | 0,78          | 0 < X <= 4 | Baixa      | 1            | 0,78    | Baixa | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     |
|   |  |      |               | 4 < X <= 8 | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | 8 < X < 16 | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | X >= 16    | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92 | 0,92          | 0 < X <= 3 | Baixa      | 5            | 4,6     | Média | 1            | 0,92    | Baixa | 2            | 1,84    | Baixa | 0            | 0       | -     | 1            | 0,92    | Baixa | 4            | 3,68    | Média |
|   |  |      |               | 3 < X <= 6 | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | 6 < X < 12 | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | X >= 12    | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída      | 0,84   | 0,84 | 0 < X <= 2    | Baixa      | 0          | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 1     | 0,84         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa   |       |
|   |  |      | 2 < X <= 4    | Média      |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | 4 < X < 8     | Alta       |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | X >= 8        | Inadequado |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Stakeholders                              | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 2          | 1,72         | Média   | 2     | 1,72         | Média   | 3     | 2,58         | Alta    | 1     | 0,86         | Baixa   | 1     | 0,86         | Baixa   | 2     | 1,72         | Média   |       |
|   |  |      | 1 < X <= 2    | Média      |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | X >= 4        | Inadequado |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67 | 0,67          | 0 < X <= 1 | Baixa      | 2            | 1,34    | Média | 1            | 0,67    | Baixa | 2            | 1,34    | Média | 1            | 0,67    | Baixa | 1            | 0,67    | Baixa | 1            | 0,67    | Baixa |
|   |  |      |               | 1 < X <= 2 | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | 2 < X < 4  | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | X >= 4     | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Interfaces Externas                       | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 0          | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       |       |
|   |  |      | 1 < X <= 2    | Média      |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | X >= 4        | Inadequado |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Qtde.Atores representando Outros Sistemas | 0,81   | 0,81 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 0          | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       |       |
|   |  |      | 1 < X <= 2    | Média      |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | X >= 4        | Inadequado |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Funcionalidades                           | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97 | 0 < X <= 2,5  | Baixa      | 5          | 4,85         | Média   | 6     | 5,82         | Alta    | 3     | 2,91         | Média   | 6     | 5,82         | Alta    | 6     | 5,82         | Alta    | 6     | 5,82         | Alta    |       |
|   |  |      | 2,5 < X <= 5  | Média      |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | 5 < X < 10    | Alta       |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      | X >= 10       | Inadequado |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9  | 0,9           | 0 < X <= 1 | Baixa      | 2            | 1,8     | Média | 2            | 1,8     | Média | 2            | 1,8     | Média | 1            | 0,9     | Baixa | 1            | 0,9     | Baixa | 2            | 1,8     | Média |
|   |  |      |               | 1 < X <= 2 | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | 2 < X < 4  | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | X >= 4     | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84 | 0,84          | 0 < X <= 2 | Baixa      | 2            | 1,68    | Baixa | 3            | 2,52    | Média | 3            | 2,52    | Média | 1            | 0,84    | Baixa | 1            | 0,84    | Baixa | 4            | 3,36    | Média |
|   |  |      |               | 2 < X <= 4 | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | 4 < X < 8  | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | X >= 8     | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   | Qtde.Pós-condições                           | 0,81 | 0,81          | 0 < X <= 1 | Baixa      | 1            | 0,81    | Baixa | 1            | 0,81    | Baixa | 1            | 0,81    | Baixa | 1            | 0,81    | Baixa | 1            | 0,81    | Baixa | 1            | 0,81    | Baixa |
|   |  |      |               | 1 < X <= 4 | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | 4 < X < 8  | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|   |  |      |               | X >= 8     | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)           | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO | CLASSIFICAÇÃO |            | RF013      |               |         | RF014 |               |         | RF015 |               |         | RF016 |               |         | RF017 |               |         | RF018 |               |         |       |
|--------------------------------------|--|------|---------------|------------|------------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|
|                                      |  |      |               |            | QTDE       | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF |       |
| Variáveis                            | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85 | 0 < X <= 6    | Baixa      | 0          | 0             | -       | 10    | 8,5           | Média   | 1     | 0,85          | Baixa   | 1     | 0,85          | Baixa   | 5     | 4,25          | Baixa   | 1     | 0,85          | Baixa   |       |
|                                      |  |      | 6 < X <= 12   | Média      |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | 12 < X < 24   | Alta       |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 24       | Inadequado |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78 | 0,78          | 0 < X <= 4 | Baixa      | 0             | 0       | -     | 0             | 0       | -     | 0             | 0       | -     | 1             | 0,78    | Baixa | 1             | 0,78    | Baixa | 1             | 0,78    | Baixa |
|                                      |  |      |               | 4 < X <= 8 | Média      |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      |               | 8 < X < 16 | Alta       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      |               | X >= 16    | Inadequado |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92 | 0,92          | 0 < X <= 3 | Baixa      | 7             | 6,44    | Alta  | 2             | 1,84    | Baixa | 0             | 0       | -     | 1             | 0,92    | Baixa | 7             | 6,44    | Alta  | 2             | 1,84    | Baixa |
|                                      |  |      |               | 3 < X <= 6 | Média      |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      |               | 6 < X < 12 | Alta       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      |               | X >= 12    | Inadequado |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída | 0,84   | 0,84 | 0 < X <= 2    | Baixa      | 1          | 0,84          | Baixa   | 0     | 0             | -       | 1     | 0,84          | Baixa   | 1     | 0,84          | Baixa   | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       |       |
|                                      |  |      | 2 < X <= 4    | Média      |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | 4 < X < 8     | Alta       |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 8        | Inadequado |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
| Stakeholders                         | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 2          | 1,72          | Média   | 2     | 1,72          | Média   | 1     | 0,86          | Baixa   | 2     | 1,72          | Média   | 2     | 1,72          | Média   | 2     | 1,72          | Média   |       |
|                                      |  |      | 1 < X <= 2    | Média      |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 4        | Inadequado |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67 | 0,67          | 0 < X <= 1 | Baixa      | 1             | 0,67    | Baixa | 1             | 0,67    | Baixa | 1             | 0,67    | Baixa | 2             | 1,34    | Média | 1             | 0,67    | Baixa | 1             | 0,67    | Baixa |
|                                      |  |      |               | 1 < X <= 2 | Média      |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
| Interfaces Externas                  | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 0          | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       |       |
|                                      |  |      | 1 < X <= 2    | Média      |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | 2 < X < 4     | Alta       |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 4        | Inadequado |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      | Qtde.Atores representando Outros Sistemas    | 0,81 | 0,81          | 0 < X <= 1 | Baixa      | 0             | 0       | -     | 0             | 0       | -     | 0             | 0       | -     | 0             | 0       | -     | 0             | 0       | -     | 0             | 0       | -     |
|                                      |  |      |               | 1 < X <= 2 | Média      |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
| Funcionalidades                      | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97 | 0 < X <= 2,5  | Baixa      | 5          | 4,85          | Média   | 5     | 4,85          | Média   | 6     | 5,82          | Alta    | 6     | 5,82          | Alta    | 7     | 6,79          | Alta    | 7     | 6,79          | Alta    |       |
|                                      |  |      | 2,5 < X <= 5  | Média      |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | 5 < X < 10    | Alta       |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 10       | Inadequado |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9  | 0,9           | 0 < X <= 1 | Baixa      | 2             | 1,8     | Média | 2             | 1,8     | Média | 1             | 0,9     | Baixa | 1             | 0,9     | Baixa | 2             | 1,8     | Média | 2             | 1,8     | Média |
|                                      |  |      |               | 1 < X <= 2 | Média      |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      |               | 2 < X < 4  | Alta       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      |               | X >= 4     | Inadequado |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84 | 0,84          | 0 < X <= 2 | Baixa      | 1             | 0,84    | Baixa | 1             | 0,84    | Baixa | 1             | 0,84    | Baixa | 1             | 0,84    | Baixa | 1             | 0,84    | Baixa | 2             | 1,68    | Baixa |
|                                      |  |      |               | 2 < X <= 4 | Média      |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      |               | 4 < X < 8  | Alta       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      |               | X >= 8     | Inadequado |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
| Qtde.Pós-condições                   | 0,81   | 0,81 | 0 < X <= 1    | Baixa      | 1          | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa   |       |
|                                      |  |      | 1 < X <= 4    | Média      |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | 4 < X < 8     | Alta       |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |
|                                      |  |      | X >= 8        | Inadequado |            |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |               |         |       |

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)           | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO      | CLASSIFICAÇÃO |            | RF019 |              |         | RF020 |              |         | RF021 |              |         | RF022 |              |            | RF023 |              |         | RF024 |              |         |
|--------------------------------------|--|-----------|---------------|------------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|------------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|
|                                      |  |           |               |            | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF    | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF |
| Variáveis                            | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85      | 0 < X ≤ 6     | Baixa      | 0     | 0            | -       | 1     | 0,85         | Baixa   | 1     | 0,85         | Baixa   | 4     | 3,4          | Baixa      | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       |
|                                      |  |           | 6 < X ≤ 12    | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | 12 < X < 24   | Alta       |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | X ≥ 24        | Inadequado |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78      | 0 < X ≤ 4     | Baixa      | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -          | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       |
|                                      |  |           | 4 < X ≤ 8     | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | 8 < X < 16    | Alta       |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | X ≥ 16        | Inadequado |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92      | 0 < X ≤ 3     | Baixa      | 1     | 0,92         | Baixa   | 5     | 4,6          | Média   | 0     | 0            | -       | 1     | 0,92         | Baixa      | 3     | 2,76         | Baixa   | 2     | 1,84         | Baixa   |
|                                      |  |           | 3 < X ≤ 6     | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | 6 < X < 12    | Alta       |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | X ≥ 12        | Inadequado |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída | 0,84   | 0 < X ≤ 2 | Baixa         | 1          | 0,84  | Baixa        | 0       | 0     | -            | 1       | 0,84  | Baixa        | 1       | 0,84  | Baixa        | 1          | 0,84  | Baixa        | 1       | 0,84  | Baixa        |         |
|                                      |  | 2 < X ≤ 4 | Média         |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  | 4 < X < 8 | Alta          |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  | X ≥ 8     | Inadequado    |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
| Stakeholders                         | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      | 2     | 1,72         | Média   | 3     | 2,58         | Alta    | 2     | 1,72         | Média   | 1     | 0,86         | Baixa      | 2     | 1,72         | Média   | 2     | 1,72         | Média   |
|                                      |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | 2 < X < 4     | Alta       |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | X ≥ 4         | Inadequado |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      | 1     | 0,67         | Baixa   | 2     | 1,34         | Média   | 1     | 0,67         | Baixa   | 1     | 0,67         | Baixa      | 1     | 0,67         | Baixa   | 1     | 0,67         | Baixa   |
|                                      |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
| Interfaces Externas                  | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -          | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       |
|                                      |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | 2 < X < 4     | Alta       |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | X ≥ 4         | Inadequado |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      | Qtde.Atores representando Outros Sistemas    | 0,81      | 0 < X ≤ 1     | Baixa      | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -          | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       |
|                                      |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
| Funcionalidades                      | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97      | 0 < X ≤ 2,5   | Baixa      | 4     | 3,88         | Média   | 7     | 6,79         | Alta    | 6     | 5,82         | Alta    | 16    | 15,52        | Inadequado | 6     | 5,82         | Alta    | 4     | 3,88         | Média   |
|                                      |  |           | 2,5 < X ≤ 5   | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | 5 < X < 10    | Alta       |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | X ≥ 10        | Inadequado |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9       | 0 < X ≤ 1     | Baixa      | 2     | 1,8          | Média   | 2     | 1,8          | Média   | 1     | 0,9          | Baixa   | 6     | 5,4          | Inadequado | 2     | 1,8          | Média   | 2     | 1,8          | Média   |
|                                      |  |           | 1 < X ≤ 2     | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | 2 < X < 4     | Alta       |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | X ≥ 4         | Inadequado |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84      | 0 < X ≤ 2     | Baixa      | 2     | 1,68         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa      | 1     | 0,84         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa   |
|                                      |  |           | 2 < X ≤ 4     | Média      |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | 4 < X < 8     | Alta       |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  |           | X ≥ 8         | Inadequado |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
| Qtde.Pós-condições                   | 0,81   | 0 < X ≤ 1 | Baixa         | 1          | 0,81  | Baixa        | 1       | 0,81  | Baixa        | 1       | 0,81  | Baixa        | 1       | 0,81  | Baixa        | 1          | 0,81  | Baixa        | 1       | 0,81  | Baixa        |         |
|                                      |  | 1 < X ≤ 4 | Média         |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  | 4 < X < 8 | Alta          |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |
|                                      |  | X ≥ 8     | Inadequado    |            |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |       |              |         |

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC) | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO | CLASSIFICAÇÃO    | RF025 |               |         | RF026 |               |         | RF027 |               |          | RF028 |               |          | RF029 |               |         | RF030 |               |         | RF031 |               |          | RF032 |               |         |
|----------------------------|--|------|------------------|-------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|---------------|----------|-------|---------------|----------|-------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|---------------|----------|-------|---------------|---------|
|                            |  |      |                  | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF  | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF  | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF  | QTDE  | COMPLE XIDADE | CLASSIF |
| Variáveis                  | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85 | 0 <X<= 6 Baixa   | 0     | 0             | -       | 3     | 2,55          | Baixa   | 6     | 5,1           | Baixa    | 0     | 0             | -        | 3     | 2,55          | Baixa   | 0     | 0             | -       | 7     | 5,95          | Baixa    | 7     | 5,95          | Baixa   |
|                            |  |      | 6 <X<= 12 Média  |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 12 <X<= 24 Alta  |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78 | 0 <X<= 4 Baixa   | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 1     | 0,78          | Baixa    | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 1     | 0,78          | Baixa    | 1     | 0,78          | Baixa   |
|                            |  |      | 4 <X<= 8 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 8 <X<= 16 Alta   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92 | 0 <X<= 3 Baixa   | 1     | 0,92          | Baixa   | 3     | 2,76          | Baixa   | 2     | 1,84          | Baixa    | 11    | 10,12         | Alta     | 9     | 8,28          | Alta    | 1     | 0,92          | Baixa   | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -       |
|                            |  |      | 3 <X<= 6 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 6 <X<= 12 Alta   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            | Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída         | 0,84 | 0 <X<= 2 Baixa   | 1     | 0,84          | Baixa   | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -       | 1     | 0,84          | Baixa   | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -       |
|                            |  |      | 2 <X<= 4 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 4 <X<= 8 Alta    |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
| Stakeholders               | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86 | 0 <X<= 1 Baixa   | 2     | 1,72          | Média   | 2     | 1,72          | Média   | 2     | 1,72          | Média    | 1     | 0,86          | Baixa    | 2     | 1,72          | Média   | 2     | 1,72          | Média   | 2     | 1,72          | Média    | 2     | 1,72          | Média   |
|                            |  |      | 1 <X<= 2 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 2 <X<= 4 Alta    |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67 | 0 <X<= 1 Baixa   | 1     | 0,67          | Baixa   | 1     | 0,67          | Baixa   | 1     | 0,67          | Baixa    | 1     | 0,67          | Baixa    | 1     | 0,67          | Baixa   | 1     | 0,67          | Baixa   | 1     | 0,67          | Baixa    | 1     | 0,67          | Baixa   |
|                            |  |      | 1 <X<= 2 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 2 <X<= 4 Alta    |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
| Interfaces Externas        | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75 | 0 <X<= 1 Baixa   | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -       |
|                            |  |      | 1 <X<= 2 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 2 <X<= 4 Alta    |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            | Qtde.Atores representando Outros Sistemas    | 0,81 | 0 <X<= 1 Baixa   | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -       | 0     | 0             | -        | 0     | 0             | -       |
| 1 <X<= 2 Média             |  |      |                  |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
| 2 <X<= 4 Alta              |  |      |                  |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
| Funcionalidades            | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97 | 0 <X<= 2,5 Baixa | 4     | 3,88          | Média   | 5     | 4,85          | Média   | 16    | 15,52         | nadequad | 16    | 15,52         | nadequad | 7     | 6,79          | Alta    | 3     | 2,91          | Média   | 16    | 15,52         | nadequad | 6     | 5,82          | Alta    |
|                            |  |      | 2,5 <X<= 5 Média |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 5 <X<= 10 Alta   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9  | 0 <X<= 1 Baixa   | 2     | 1,8           | Média   | 2     | 1,8           | Média   | 6     | 5,4           | nadequad | 6     | 5,4           | nadequad | 2     | 1,8           | Média   | 2     | 1,8           | Média   | 6     | 5,4           | nadequad | 1     | 0,9           | Baixa   |
|                            |  |      | 1 <X<= 2 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 2 <X<= 4 Alta    |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84 | 0 <X<= 2 Baixa   | 1     | 0,84          | Baixa   | 1     | 0,84          | Baixa   | 1     | 0,84          | Baixa    | 1     | 0,84          | Baixa    | 1     | 0,84          | Baixa   | 1     | 0,84          | Baixa   | 1     | 0,84          | Baixa    | 1     | 0,84          | Baixa   |
|                            |  |      | 2 <X<= 4 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 4 <X<= 8 Alta    |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            | Qtde.Pós-condições                           | 0,81 | 0 <X<= 1 Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa    | 1     | 0,81          | Baixa    | 1     | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa   | 1     | 0,81          | Baixa    | 1     | 0,81          | Baixa   |
|                            |  |      | 1 <X<= 4 Média   |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |
|                            |  |      | 4 <X<= 8 Alta    |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |          |       |               |         |       |               |         |       |               |          |       |               |         |

## Anexo 5 – Planilha de Cálculo da MCR<sub>EF</sub> – SGDoc – Sistema Gerenciador de Documentos

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)           | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO | CLASSIFICAÇÃO |       |            | UC001      |              |         | UC002 |              |         | UC003 |              |         | UC004 |              |         | UC005 |              |         |       |
|--------------------------------------|--|------|---------------|-------|------------|------------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|
|                                      |  |      |               |       |            | QTDE       | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF |       |
| Variáveis                            | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85 | 0             | <X <= | 6          | Baixa      | 4            | 3,4     | Baixa | 4            | 3,4     | Baixa | 1            | 0,85    | Baixa | 18           | 15,3    | Alta  | 3            | 2,55    | Baixa |
|                                      |  |      | 6             | <X <= | 12         | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | 12            | <X <  | 24         | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X >=  | 24         | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78 | 0             | <X <= | 4          | Baixa      | 3            | 2,34    | Baixa | 3            | 2,34    | Baixa | 1            | 0,78    | Baixa | 1            | 0,78    | Baixa | 1            | 0,78    | Baixa |
|                                      |  |      | 4             | <X <= | 8          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | 8             | <X <  | 16         | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X >=  | 16         | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92 | 0             | <X <= | 3          | Baixa      | 1            | 0,92    | Baixa | 1            | 0,92    | Baixa | 0            | 0       | -     | 1            | 0,92    | Baixa | 1            | 0,92    | Baixa |
|                                      |  |      | 3             | <X <= | 6          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | 6             | <X <  | 12         | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X >=  | 12         | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída | 0,84   | 0    | <X <=         | 2     | Baixa      | 1          | 0,84         | Baixa   | 1     | 0,84         | Baixa   | 0     | 0            | -       | 1     | 0,84         | Baixa   | 0     | 0            | -       |       |
|                                      |  | 2    | <X <=         | 4     | Média      |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  | 4    | <X <          | 8     | Alta       |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | X >=          | 8     | Inadequado |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Stakeholders                         | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86 | 0             | <X <= | 1          | Baixa      | 2            | 1,72    | Média | 1            | 0,86    | Baixa | 1            | 0,86    | Baixa | 1            | 0,86    | Baixa | 1            | 0,86    | Baixa |
|                                      |  |      | 1             | <X <= | 2          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | 2             | <X <  | 4          | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X >=  | 4          | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67 | 0             | <X <= | 1          | Baixa      | 2            | 1,34    | Média | 2            | 1,34    | Média | 2            | 1,34    | Média | 2            | 1,34    | Média | 2            | 1,34    | Média |
|                                      |  |      | 1             | <X <= | 2          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Interfaces Externas                  | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75 | 0             | <X <= | 1          | Baixa      | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     |
|                                      |  |      | 1             | <X <= | 2          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | 2             | <X <  | 4          | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X >=  | 4          | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      | Qtde.Atores representando Outros Sistemas    | 0,81 | 0             | <X <= | 1          | Baixa      | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     | 0            | 0       | -     |
|                                      |  |      | 1             | <X <= | 2          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Funcionalidades                      | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97 | 0             | <X <= | 2,5        | Baixa      | 5            | 4,85    | Média | 10           | 9,7     | Alta  | 9            | 8,73    | Alta  | 9            | 8,73    | Alta  | 10           | 9,7     | Alta  |
|                                      |  |      | 3             | <X <= | 5          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | 5             | <X <  | 10         | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X >=  | 10         | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9  | 0             | <X <= | 1          | Baixa      | 1            | 0,9     | Baixa | 1            | 0,9     | Baixa | 1            | 0,9     | Baixa | 1            | 0,9     | Baixa | 1            | 0,9     | Baixa |
|                                      |  |      | 1             | <X <= | 2          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | 2             | <X <  | 4          | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X >=  | 4          | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84 | 0             | <X <= | 2          | Baixa      | 1            | 0,84    | Baixa | 2            | 1,68    | Baixa | 2            | 1,68    | Baixa | 2            | 1,68    | Baixa | 2            | 1,68    | Baixa |
|                                      |  |      | 2             | <X <= | 4          | Média      |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | 4             | <X <  | 8          | Alta       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      |               | X >=  | 8          | Inadequado |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
| Qtde.Pós-condições                   | 0,81   | 0    | <X <=         | 1     | Baixa      | 1          | 0,81         | Baixa   | 1     | 0,81         | Baixa   | 1     | 0,81         | Baixa   | 1     | 0,81         | Baixa   | 1     | 0,81         | Baixa   |       |
|                                      |  | 1    | <X <=         | 4     | Média      |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  | 4    | <X <          | 8     | Alta       |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |
|                                      |  |      | X >=          | 8     | Inadequado |            |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |

| FATOR DE COMPLEXIDADE (FC)           | SUB FATOR DE COMPLEXIDADE (SFC)              | PESO              | CLASSIFICAÇÃO      | UC006 |              |            | UC007 |              |         | UC008 |              |         | UC009 |              |            | UC010 |              |         |
|--------------------------------------|--|-------------------|--------------------|-------|--------------|------------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|------------|-------|--------------|---------|
|                                      |  |                   |                    | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF    | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF    | QTDE  | COMPLEXIDADE | CLASSIF |
| Variáveis                            | Qtde.Variáveis de Entrada                    | 0,85              | 0 <X <= 6 Baixa    | 5     | 4,25         | Baixa      | 3     | 2,55         | Baixa   | 1     | 0,85         | Baixa   | 1     | 0,85         | Baixa      | 2     | 1,7          | Baixa   |
|                                      |  |                   | 6 <X <= 12 Média   |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 12 <X < 24 Alta    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 24 Inadequado |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      | Qtde.Variáveis de Saída                      | 0,78              | 0 <X <= 4 Baixa    | 5     | 3,9          | Baixa      | 1     | 0,78         | Baixa   | 1     | 0,78         | Baixa   | 0     | 0            | -          | 3     | 2,34         | Baixa   |
|                                      |  |                   | 4 <X <= 8 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 8 <X < 16 Alta     |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 16 Inadequado |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      | Qtde.Restrições p/Variáveis de Entrada       | 0,92              | 0 <X <= 3 Baixa    | 0     | 0            | -          | 1     | 0,92         | Baixa   | 0     | 0            | -       | 1     | 0,92         | Baixa      | 0     | 0            | -       |
|                                      |  |                   | 3 <X <= 6 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 6 <X < 12 Alta     |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 12 Inadequado |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
| Qtde.Restrições p/Variáveis de Saída | 0,84   | 0 <X <= 2 Baixa   | 1                  | 0,84  | Baixa        | 0          | 0     | -            | 0       | 0     | -            | 0       | 0     | -            | 0          | 0     | -            |         |
|                                      |  | 2 <X <= 4 Média   |                    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  | 4 <X < 8 Alta     |                    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  | X >= 8 Inadequado |                    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
| Stakeholders                         | Qtde.Atores Humanos                          | 0,86              | 0 <X <= 1 Baixa    | 1     | 0,86         | Baixa      | 1     | 0,86         | Baixa   | 1     | 0,86         | Baixa   | 1     | 0,86         | Baixa      | 1     | 0,86         | Baixa   |
|                                      |  |                   | 1 <X <= 2 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 2 <X < 4 Alta      |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 4 Inadequado  |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos p/atores            | 0,67              | 0 <X <= 1 Baixa    | 2     | 1,34         | Média      | 2     | 1,34         | Média   | 2     | 1,34         | Média   | 2     | 1,34         | Média      | 2     | 1,34         | Média   |
|                                      |  |                   | 1 <X <= 2 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 2 <X < 4 Alta      |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 4 Inadequado  |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
| Interfaces Externas                  | Qtde.Atores representando Dispositivo        | 0,75              | 0 <X <= 1 Baixa    | 0     | 0            | -          | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 1     | 0,75         | Baixa      | 0     | 0            | -       |
|                                      |  |                   | 1 <X <= 2 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 2 <X < 4 Alta      |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 4 Inadequado  |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      | Qtde.Atores representando Outros Sistemas    | 0,81              | 0 <X <= 1 Baixa    | 0     | 0            | -          | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -       | 0     | 0            | -          | 0     | 0            | -       |
|                                      |  |                   | 1 <X <= 2 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 2 <X < 4 Alta      |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 4 Inadequado  |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
| Funcionalidades                      | Qtde.Funcionalidades                         | 0,97              | 0 <X <= 2,5 Baixa  | 16    | 15,52        | Inadequado | 8     | 7,76         | Alta    | 9     | 8,73         | Alta    | 22    | 21,34        | Inadequado | 10    | 9,7          | Alta    |
|                                      |  |                   | 3 <X <= 5 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 5 <X < 10 Alta     |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 10 Inadequado |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      | Qtde.Níveis Hierárquicos das Funcionalidades | 0,9               | 0 <X <= 1 Baixa    | 1     | 0,9          | Baixa      | 1     | 0,9          | Baixa   | 1     | 0,9          | Baixa   | 1     | 0,9          | Baixa      | 1     | 0,9          | Baixa   |
|                                      |  |                   | 1 <X <= 2 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 2 <X < 4 Alta      |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 4 Inadequado  |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      | Qtde.Pré-Condições                           | 0,84              | 0 <X <= 2 Baixa    | 2     | 1,68         | Baixa      | 2     | 1,68         | Baixa   | 2     | 1,68         | Baixa   | 3     | 2,52         | Média      | 2     | 1,68         | Baixa   |
|                                      |  |                   | 2 <X <= 4 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 4 <X < 8 Alta      |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 8 Inadequado  |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      | Qtde.Pós-condições                           | 0,81              | 0 <X <= 1 Baixa    | 1     | 0,81         | Baixa      | 1     | 0,81         | Baixa   | 1     | 0,81         | Baixa   | 1     | 0,81         | Baixa      | 1     | 0,81         | Baixa   |
|                                      |  |                   | 1 <X <= 4 Média    |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | 4 <X < 8 Alta      |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |
|                                      |  |                   | X >= 8 Inadequado  |       |              |            |       |              |         |       |              |         |       |              |            |       |              |         |

